

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра автоматизації та управління в технічних системах**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ О.І.Ролік

«__» _____ 2019 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки 6. 050201 «Системна інженерія»

на тему: «Автоматизована система управління ліфтом»

Виконав :

студент (-ка) IV курсу, групи ІА-52

Щелконогов Олексій Борисович _____

Керівник:

Заступник завідуючого кафедрою,

кандидат технічних наук,

доцент Новацький Анатолій Олександрович _____

Рецензент:

доцент кафедри ТК, к.т.н.

Ткач Михайло Мартинович _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2019 рік

АНОТАЦІЯ

Щелконогов О.Б. Автоматизована система управління ліфтом. КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2019.

Проект містить 69 с. тексту, 24 рисунків, 4 таблиць, посилання на 4 літературних джерел та 3 конструкторських документи.

Ключові слова: система управління, ліфт, моделювання, алгоритм, датчики.

Об'єктом розробки є система управління ліфтом.

Мета розробки – підвищення енергетичної та економічної ефективності системи управління ліфтом, що призначена для управління кабіною ліфта в залежності від виникаючих наказів та обробки позаштатних ситуацій.

У дипломному проекті розроблено автоматизовану систему управління ліфтом з використання контролера. Система здійснює опитування датчиків та на основі інформації, що надійшла в систему здійснює управління переміщенням кабіни ліфта.

Особливістю розробленої системи управління є циклічне опитування усіх датчиків та виконавчих пристроїв під час роботи системи, що дозволяє безпечно контролювати стан системи та обробляти можливі позаштатні ситуації.

Розроблена система управління може впроваджуватись на об'єктах для покращення експлуатаційних характеристик.

SUMMARY

Shchelkonohov O.B. Automated elevator management system. Igor Sikorsky KPI, Kyiv, 2019.

The project contains 69pages. text, 24figures, 4tables, links to 4 literary sources and 3 design documents.

Keywords:control system, lift, modeling, algorithm, sensors.

The object of development is an elevator management system.

The purpose of the development is to increase the energy and economic efficiency of the elevator management system, which is designed to control the cabin of the elevator, depending on the emerging orders and the handling of extraordinary situations.

The diploma project has developed an automated control system for the use of the controller. The system carries out a survey of sensors and, based on the information received in the system, manages the movement of the cockpit.

The feature of the developed control system is a cyclic survey of all sensors and actuators during operation of the system, which allows you to safely monitor the state of the system and handle possible extraordinary situations.

The developed control system can be implemented on objects for improvement of operational characteristics.

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

на тему: «Автоматизована система управління ліфтом»

Київ - 2019

ЗМІСТ

Умовні скорочення	9
ВСТУП.....	10
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЛІФТОМ.....	11
1.1 Загальні відомості про будову та функціонування ліфтів.....	11
1.2 Аналіз існуючих технічних рішень лебідок ліфтів та їх енергоефективність	20
1.3 Огляд та аналіз існуючих пристроїв управління	23
1.4. Постановка задачі.....	30
2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЛІФТОМ ТА ВИБІР КОМПОНЕНТІВ	31
2.1. Опис загального алгоритму та закономірностей функціонування автоматизованої системи управління ліфтом	31
2.2. Функціональна та структурна схема управління ліфтом	33
2.3. Аналіз призначення та обґрунтування вибору обладнання	37
2.3.1. Обґрунтування вибору контролера	37
2.3.2. Пост наказів.....	40
2.3.3. Головний привод.....	41
2.3.4. Датчики і шунти уповільнення та точної зупинки.....	42
2.3.5. Вибір інших вимірювальних перетворювачів.....	44

					ІА52.020БАК.001 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Щелконогов			Автоматизована система управління ліфтом		Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Новацький А.О.						7	79
Реценз.							КПІ імені Ігоря Сікорського		
Н. Контр.									
Затверд.		Ролік О.І.							

3 РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ТА МОДЕЛІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЛІФТОМ.....	50
3.1. Розробка основних алгоритмів автоматизованої системи управління ліфтом.....	50
3.2. Моделювання системи	55
3.3. Імітаційна модель блоку управління ліфтом у середовищі Lab VIEW	64
3.3.1. Огляд середовища Lab VIEW, його переваги при створенні автоматизованих систем	64
3.3.2. Інтерфейс блоку управління ліфтом.....	66
4. РОЗРОБКА І ОПИС ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ	57
ВИСНОВКИ	70
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	71

					ІА52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Умовні скорочення

СПВЛ – сигнал про перевантаження кабіни;
СПЗК – сигнал про повне завантаження кабіни;
СРВ – сигнал руху вгору;
СНПК – сигнал про наявність пасажира в кабіні;
СВН – сигнал руху вниз;
СВД – сигнал відкриття дверей;
СМШ – сигнал малої швидкості;
СВШ – сигнал великій швидкості;
СЗД – сигнал закривання дверей;
СВЧ – сигнал витримки часу;
СВіН – сигнали про виклики і накази;
СПК – сигнал положення кабіни.

					ІА52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

В сучасному світі переміщення між поверхами вертикальних будинків, є однією з найбільш поширених задач. При відмові функціонування ліфта, у сучасному наносяться великі економічні збитки, що мають не пряму дію. Так як ліфтова система це система забезпечення внутрішньої інфраструктури будь якого будинку.

Використання ліфтового обладнання як способу переміщення пасажирів та вантажів між поверхами, є левовою часткою всіх витрат на електроенергію звичайного будинку, якщо не враховувати споживачів не пов'язаних із забезпеченням функціонування внутрішніх систем будинку. Тож показники енергетичної ефективності в розробці сучасних систем управління посідають не останнє місце в критеріях оцінки якості системи управління.

Автоматизована система управління ліфтом, повинна задовольняти критеріям, безпеки, енергетичної ефективності, та комфортабельності пересування, так щоб пасажирів в середині кабіни ліфта не відчували жодних ривків та незручностей. Автоматична система управління повинна приділяти увагу роботі у позаштатних ситуаціях, у випадку виникнення пожежі чи сейсмічної активності, також система повинна буди безпечною та мати захист на всіх рівнях, від обриву тросів чи інших несправностей.

Використання автоматизованих систем управління ліфтами має сенс не тільки у нових будинках, але також і в модернізації будинків побудованих у минулому, завдяки чому ліфтове обладнання може значно збільшити свій ресурс роботи.

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЛІФТОМ

1.1. Загальні відомості про будову та функціонування ліфтів

Ліфт – машина для підйому вантажів, що рухається періодично, використовується щоб підіймати або спускати вантажі та людей, характеризується рухом по твердих напрямних, де кут не відхиляється від вертикалі більше ніж на 15 градусів.

Більшість ліфтів за загальною будовою однакові, встановлюють їх в житлові будинки як показано на рисунку 1. Частини ліфта забезпечують виконання таких функцій:

- ліфтова шахта – вузол що унеможливорює травмування пасажирів які чекають на прибуття ліфта, очікуючи на майданчику для посадки кабіну, що рухається за допомогою противаги, в цьому вузлі також встановлюють інше обладнання ліфта;

- лебідка головного приводу – піднімає та спускає ліфт на великій або малій швидкості, залежно від режиму;

- підвіска – використовується для кріплення кінців канатів та противаги;

- тягові канати – лебідка головного приводу за допомогою тягових канатів переміщує кабіну ліфта;

- уловлювачі – використовується для зупинки кабіни, якщо її швидкість перевищує номінальну.

- машинне приміщення – приміщення в шахті ліфта, що використовується для розміщення механізму приводів, апаратів управління ліфтом, обмежувачів швидкості;

					ІА52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- купе кабіни – використовується для переміщення людей і вантажів що знаходяться в ліфті;

- напрямні башмаки – дозволяють кабіні переміщатись у вертикальному напрямку, розташовують ці пристрої на кабіні та противазі, охоплюють своїми елементами ковзання та кочення, та завдяки цьому обмежують простір руху кабіни та противаги.

- портал поверху – отвір, що знаходиться в шахті ліфта, та до якого кріпляться двері кабіни.

- противага – частина кабіни, яка полегшує старт головного приводу та лебідки, вважається корисним вантажем завантаженої кабіни;

- відводка кабіни – завдяки впливу на перемикач змінює швидкість руху кабіни;

- напрямні – вузол, що обмежує рух кабіни в горизонтальному напрямку та завдяки цьому дозволяє переміщення кабіни лише у вертикальному напрямі;

- напрямні противаги – вузол що дозволяє рух противаги лише у вертикальному напрямі, так як знаходячись у шахті ліфта впливає на противагу шляхом обмеження її переміщення у горизонтальному напрямі;

- буфер – зона призначена для обмеження переміщення противаги чи кабіни у разі якщо хоча б один з них вийде за межі робочої зони;

- трос обмежувача швидкості – кріпиться до кабіни та проходячи через вузол обмеження швидкості, надає йому інформацію щодо швидкості руху кабіни та відповідно противаги, шляхом передачі руху до вузла обмеження швидкості, обертаючи його зі швидкістю рівною швидкості руху кабіни,, та у разі перевищення номінальної швидкості, обмежує її;

- станція управління ліфтом – вузол та в одно час приміщення, в якому знаходяться блоки управління ліфтом, контактори, реле та службовці призначені для управління роботою ліфта.

					ІА52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- приміщення приямка – зона в низу шахти ліфта в якій розташовано такі технологічні вузли як натяг обмежувача швидкості та буфери;
- натяг обмежувача – вузол що виконує роз'єднання кабіни ліфта з електричними ланцюгами у разі обриву троса обмежувача швидкості;
- вузол обмежувача швидкості – виконує функцію включення механізму уловлювачів у разі перевищення номінальної швидкості руху кабіни чи противаги вниз;

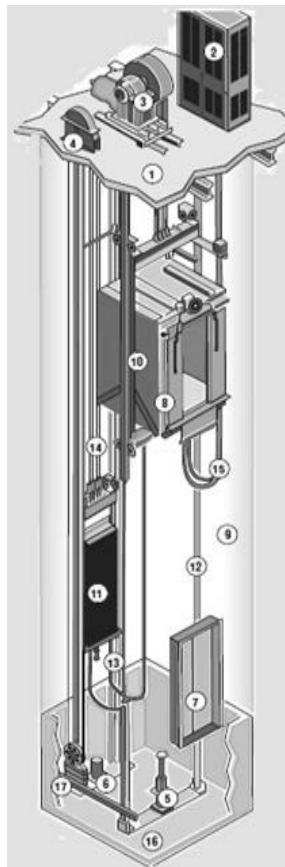


Рисунок 1.1. Загальна будова ліфта:

- 1 – приямок; 2 – головна станція керування; 3 – головний привід;
- 4 – пристрій контролю швидкості; 5 – буферна зона; 6 – буферна зона;
- 7 – портал шахти; 8 – створки дверей кабіни; 9 – напрямні; 10 – кабіна ліфта; 11 – додаткова маса; 12 – шахта ліфта; 13 – противага; 14 –

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

троси;

15 – механізм підтримка канату в натягнутому стані.

Підйомні механізми дискретного типу роботи широко використовуються для переміщення вантажів та людей у всіх галузях виробництва, виконуючи переміщення вантажів та людей у вертикальних напрямних пристроях – кабінах, ковшах, судів і т.д. Ліфти що знайшли своє призначення не тільки у використанні на підприємствах та різних галузях народного господарства а і у житлових приміщеннях є одними з найпоширеніших механізмів вертикального переміщення.

Ліфти за типом використання розподіляють на такі категорії як: пасажирські, вантажні, спеціальні, технологічні, та соціальні. За розподілом по швидкості руху пасажирські ліфти розподіляють на такі типи: тихохідні (до 0,6 м/с), швидкохідні (до 1,0 м/с) та швидкісні (вище 1,0 м/с). Вантажні зазвичай використовують режим роботи зі швидкостями 0,2 – 0,6 м/с. Номінальна підйомна вага пасажирських ліфтів зазвичай знаходиться у діапазоні 200 до 1200 кг (від 1 до 20 персон) ,ліфтів призначених для перевезення вантажу – до 4000 кг.

Перевезення людей та вантажів виконується кабіною, що переміщується по вертикальним напрямним. Переміщення кабіни та противаги виконується вузлом лебідка що знаходиться у машинному приміщенні.

У частині шахти, що знаходиться знизу розташовується приямок у якому знаходяться технологічні вузли призначені для обмеження швидкості та буфери.

Портили шахти використовуються, що знаходяться в середині шахти, призначені для зупинки біля них кабіни та надання до неї доступу пасажирів та вантажам. Привід що знаходиться в кабіні використовується для закриття і відкриття дверей. Двері у порталі шахти відкриваються тільки тоді коли кабіна знаходиться на поверсі. Якщо необхідно отримати

					ІА52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

доступ до шахти ліфта доступ до неї можливо отримати за допомогою спеціального ключа, що дозволяє відкрити двері шахти без знаходження кабіни на цьому поверсі.

Ліфт працює за наступним принципом. Після натискання кнопки виклику ліфта, яка знаходиться на поверсі, подається сигнал на електроапаратуру. У випадку розташування кабіни на поверсі, звідки зареєстровано сигнал, спрацьовує привід кабіни та відкриває двері шахти ліфту, у випадку коли кабіна знаходиться на іншому поверсі, подаються сигнали на переміщення кабіни до необхідного положення.

Після подачі напруги на обмотки двигуна що приводить в дію лебідку та котушки електромагніту механізму гальмування, відбувається роз тискання колодок двигуна та починається обертання ротору,що приводить у рух, за допомогою вузла зниження обертів, канат, що приводить у рух кабіну та противагу, завдяки силі тертя.

При наближенні кабіни ліфта до поверху призначення система управління ліфтом, змінює режим швидкості руху на сповільнення, завдяки чому досягається плавність підходу. Завдяки зниженню швидкості ходу ліфта, в той час як кабіна ліфта підходить до лінії поверху, передається сигнал на відкривання дверей, та привід кабіни відчиняє прохід до шахти ліфту.

Після отримання сигналу з поста кнопочового посту, кабіна виконує закривання дверей, та починає рух на поверх, що вказаний на панелі кнопочового посту.

Як тільки кабіна прийшла на потрібний поверх, відбувається відчинення дверей випуск пасажирів та очікування нового наказу, що може прийти з кнопки виклику ліфта на поверсі призначення чи з кнопочового посту в середині ліфту, після чого ліфт почне рух у необхідному напрямі.

Кабіна та противага приводиться в рух лебідкою що для цього призначена, та знаходиться у машинному приміщенні. Лебідка складається

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з таких технологічних узлів: знижувач оборотів, каркас, гальмівний пристрій та пристрій передачі зусилля. Всі частини лебідки монтуються на каркасі, що тримається за стіни машинного приміщення використовуючи пристрої для демпфірування.

Пристрій зниження оборотів використовує черв'ячну передачу для зниження частоти обертання, що надходить з двигуна та одночасного збільшення моменту обертання вихідного валу. Для коректної роботи вузла зниження оборотів необхідно постійно контролювати рівень мастила. Операція контролю рівня мастил виконується за допомогою лінійного показника. Заміна мастила виконується через спеціальний отвір призначений для обслуговування.

У разі випадку коли головний двигун ліфта не працює, в систему встановлена гальмівна колодка, що тримає кабінку ліфта без руху. Компоненти з яких складається система гальмування: електромагніт та накладки. Сила що необхідна для успішного гальмування з'являється внаслідок знаходження в системі пружин. Для того, щоб здійснити процес ручного гальмування використовується гальмівний важіль.

В системі ліфт використовують асинхронний двигун змінної напруги. Для забезпечення безпеки в обмотці якого розміщують датчики, що вимірюють температуру. Користуючись силою тяжіння та противагою, приводиться у рух кабіна, за рахунок передачі моменту обертання двигуна.

На канатах, що забезпечують тягу, підвішують кабінку, в якій перевозять вантажі та пасажирів. Компоненти з яких складається кабіна це – каркас, в який входять опорні балки, розсувні двері, та захисний корпус.

Користуючись каркасом як опорою на нього встановлюють такі вузли як уловлювачі та підвісні пристрої. На верхній частині кабіни розташовують освітлювальні пристрої, та розподільні коробки, також встановлюють кнопку відчинення вхідних дверей, після натиснення на яку

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ліфт переходить у сервісний режим та дозволяє рух по шахті ліфта з відчиненими дверима.

Зміна повітря проходить через спеціальні вентиляційні створи, розташовані у верхній частині кабіни. Підвісні пристрої, що використовуються як вузол з'єднання тягових канатів з кабіною ліфта, кожен канат пропускають через отвір для кріплення, що забезпечує надійність підвісу кабіни.

Пристрої що необхідні для балансування кабіни у шахті ліфта є частиною вузлів кріплення, та використовуються для гашення коливань, які виникають в кабіні ліфта під час експлуатації у нормальному режимі роботи.

В систему встановлені вузли, що забезпечують постійний натяг канатів, та унеможливають їх провисання, також рамкою для контролю натягу постійно відстежується стан канатів, та у разі обриву одного чи більше канатів автоматично припиняється подача напруги на головний електродвигун.

У разі коли одномоментно обриваються усі канати, спеціальне кільце для стягування опускається та притискає рамку, яка змінює стан вимикача.

Для попередження падіння кабіни та контролю обриву тросів або перевищення номінальної швидкості руху кабіни, в системі розташовані уловлювачі. Уловлювачі постійно знаходяться під тиском пружини, та забезпечують гальмування у разі спрацювання. Уловлювачі працюють таким чином, що разом з пристроєм контролю номінальної швидкості, забезпечуються безпеку під час експлуатації ліфта. Уловлювачі в своїй конструкції містять механізми, що виконують клин ліфта, та вузол призначений для увімкнення пристрою уловлювання.

Пристрій клину складається з таких компонентів: прижимний пристрій, що рухаючись вздовж осі колодки у вертикальному напрямі, при наближенні до напрямної починається процес гальмування. Головними

					ІА52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вузлами гальмівного прижимного пристрою є клиновий механізм та пружина яку розміщують на каркасі.

Вузол, відповідальний за вмикання, складається з двох клиноподібних механізмів, що з'єднанні один з одним за допомогою натягу, на якому розташовують пружину, натяг якої регулюється за допомогою двох гайок, завдяки канату механізм з'єднується з вузлом обмеження швидкості.

Після того як обмежувач швидкості спрацьовує, через вузол включення уловлювачів, і завдяки подальшому руху кабіни приводиться в дію механізм включення уловлювачів. Так як кабіна продовжує рух, то важіль повертає вал, що призводить до включення у роботу механізму клину.

Коли гальмівна колодка переміщується вертикально вгору, після дотику до поверхні гальмування направляючої головки пружина стискається, та надає силу щ, що необхідна для гальмування після спрацювання клинового механізму, рух гальмівної колодки настраюється регульованим штифтом, так що сила з якою відбувається натискання головки направляючої і, відповідно, гальмівного зусилля при гальмуванні не змінюється. Після того як вся енергія рухомої кабіни згасне, проходить її зупинка, штанга на тязі натискає на перемикач, контактні поверхні якого розблоковуються та передають сигнал для вимкнення головного приводу.

Коли двері закривають кабіну з повністю відведеним важелем, планка діє як механізм для блокування, який запобігає ковзанню дверей. Додатково передбачений механізм блокування дверей, який є додатковим захисним елементом, що запобігає відкриттю дверей з кабіни. У разі організованого виведення людей з приміщення ліфта пружина натискається, механізм дозволяє відкрити двері.

Для унеможливлення доступу до шахти з поверху використовуються двері. Двері для доступу до шахти складаються з таких елементів: планки,

					ІА52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поздовжні та поперечні планки, та обмежувачі порогу. Стійки використовуються для кріплення до них поперечин, та порогових обмежувачів. Також встановлюються спеціальні лінійні, по яким проходить ковзання дверей. У конструкції лінійних передбачені підшипники які забезпечують постійне ковзання по лінійним, та вберігають від зміщення чи підйому.

Після переходу у закритий стан, колодка замикається спеціальним механізмом забезпечення незмінного стану. Датчики для контролю стану дверей знаходяться на кінцях планки, якою ковзають створи дверей. Рух кабіна відбувається тільки тоді, коли двері зачинені.

Для закриття та замикання дверей використовуються спеціальні механізми, що завдяки роликам та замкам забезпечують замикання створом дверей. Коли починає працювати привід дверей, замки, що тримають двері шахти відчиняються. Завдяки обертанню важеля відбувається одночасне відкриття дверей кабіни та шахти.

Під час відмикання механізму замків, спеціальний важіль фіксатора натискає на контакти вмикача та розмикає їх, що забороняє кабіні рух поки створки дверей поверху та кабіни відчинені.

Першим чином під час руху дверей кріплення дверей приводить у рух важіль що перемикає стан вмикача, та робить неможливим рух кабіни ліфта. Після цього продовжується рух дверей, до спрацювання датчика відкритих дверей. Закриття дверей проходить в порядку оберненому до вище описаного.

В нижній частині шахти ліфта розташований спеціальний відділ пряминок, який знаходить нижче нижньої точки зупинки ліфта. В прямику знаходяться спеціальні вузли – буфера, що призначені для демпфірування удару у разі якщо кабіна ліфта впаде. Буфера які конструктивно виконані із застосування пружин, розташовують на напрямних кабіни, у разі використання буферів, що працюють за гідравлічним принципом дії його

					ІА52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розташовують посередині центральної балки. Коли номінальна швидкість руху кабіни знаходиться в межах від 1.3 м/с до 1.9 м/с використовують буфера гідравлічного типу дії.

1.2. Аналіз існуючих технічних рішень лебідок ліфтів та їх енергетична ефективність.

При використанні в пасажирських ліфтах лебідок черв'ячного типу асинхронних двигунів, з двома режимами швидкості роботи та неавтоматичної системи управління. Такі системи мінімально задовольняють вимогам типових діаграм призначених для оцінки руху ліфту.

Через те, що такі лебідки на основі редуктора отримали надзвичайно широке застосування у літературі вони отримали назву «лебідки традиційні». В сьогоденні, такими лебідками оснащенні багатоповерхові будинки що були побудовані до семи десятих років минулого сторіччя. Після досліджень систем лебідок редукторного типу було встановлено, що її динамічним характеристикам сприяє велика інертність механічних систем ліфту, та особливо ротору асинхронного двигуна. Також для зменшення значення прискорення у систему зазвичай встановлювали додаткову масу, у вигляді важкого диску обертання поряд з ротором головного двигуна. Так як великі значення прискорення пришвидшували швидкість зносу та виходу зі строю механічних вузлів.

Виконавши ліфт у конструктивному підході, зі збільшення інерції ліфта, сумарна маса пасажирів, під час нормальної експлуатації, впливає на загальну масу ліфта, а отже і інерцію, в околі кількох відсотків. Також зменшенню швидкісних ривків, сприяє електромагнітна інерційність асинхронного двигуна, та велика маса що використовується як маховик біля ротору.

					ІА52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Механічні можливості поліпшення традиційних типів лебідок редукторного типу, обмежені. Однак через надзвичайно масове застосування таких типів лебідок у системах пасажирських ліфтів, показує актуальність необхідності покращення динамічних характеристик лебідок традиційного типу. Для підвищення динамічних характеристик та комфортабельності основним напрямом покращення обрано використання автоматичних систем управління, які завдяки використанню датчиків та програмованих контролерів, дозволяють більш точно переміщення кабіни ліфта, так як дозволяють компенсувати завади що виникають під час роботи та проектування системи. Отже такі технічні завдання потребують вирішення: підвищення плавності руху кабіни ліфта за для підвищення комфортності руху пасажирів у середині кабіни ліфта; вирішення задачі точної та плавної, без ривків, зупинки на поверсі призначення, за рахунок використання датчиків точної зупинки; збільшення ефективності та продуктивності, зменшивши час руху на малій швидкості, за рахунок більш точного вирішення задачі управління переміщенням кабіни ліфта по шахті.

Конструкційна схема та технічні рішення з використанням асинхронного двигуна змінного струму з двома режимами роботи, створює достатні умови для можливості комфортного переміщення пасажирів у кабіні ліфту, навіть за умови обмежених можливостей керуючих схем оснований на релейній логіці. Однак всім відомі і основні недоліки конструкції таких лебідок. Одним з найбільших недоліків, являється їх дуже низька ефективність з боку енергетичної частини системи. Знижувачі оборотів що засновані на використанні черв'ячної передачі мають надзвичайно низький коефіцієнт корисної дії. Їх ККД знаходиться у межах 60-70% в залежності від швидкості. Малий, в майже 75% на робочій швидкості, коефіцієнт корисної дії, також і у двигуна працюючого на двох швидкостях. При роботі на низькій швидкості коефіцієнт корисної дії

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

падає до 40-50%. Також вказується на низькі енергетичні характеристики лебідок. Через наявність знижувача оборотів, коефіцієнт корисної маси перенесеного вантажу знаходиться в межах 0.1, що визначає необхідність витрати енергії на розгін надлишкових мас в системі, що значно знижує ККД. Використання рекуператорного обладнання для повернення в мережу енергії від гальмування, є недоцільним, через низький коефіцієнт корисної дії, та велику вартість такого обладнання, що робить можливу економію від введення таких систем у користування, надзвичайно малою порівняно з їх вартістю.

Під час розробки сучасних систем ліфта, постало питання відмовитись від редуктора з черв'ячною передачею, за для збільшення коефіцієнту корисної дії, основними кандидатами були лебідки з циліндричним механізмом, або знижувачі оборотів засновані на використанні передачі планетарного типу.

Якщо відмовитись від знижувача оборотів, та дозволяє підвищити енергетичну ефективність системи загалом, так як коефіцієнт переміщення корисної маси до технічної, значно збільшується. Одночасно з цим з'являються можливості для встановлення систем рекуперації енергії та їх економічна доцільність. Також дослідженнями виявлено, що використання лебідок без знижувача оборотів, значно знижує затрати на монтаж та обслуговування, що покращує економічну частину системи, та покращує експлуатаційні характеристики використання.

У таблиці 1.1 наведені дані про сумарне річне енергоспоживання ліфтового обладнання.

Таблиця 1.1

Споживання електроенергії ліфтами за рік

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вантажопідйомність, кг	Швидкість, м/с	Тип електроприводу	Енергоспоживання, кВт*год
630	1	редукторний з двошвидкісним АД	5000
630	1	редукторний з двошвидкісним АД	2490
630	1	безредукторний з СДПМ	1580
630	1	безредукторний з СДПМ (з рекуперацією)	1170
630	1	безредукторний з СДПМ	1670

Користуючись даними з таблиці 1.1 легко побачити, що порівнюючи ліфти, які використовують в своїй системі лебідку без знижувача оборотів та ліфти зі знижувачем оборотів, значне покращення у енергетичній ефективності спостерігається у останніх.

1.3. Огляд та аналіз сучасних та існуючих систем управління.

Релейні автоматичні системи управління.

Системи управління релейного типу використовують у своїй системі релейну логіку. Так як напруга для живлення асинхронного електродвигуна повинна задовольняти таким умовам: буди трьохфазною та мати напругу 380В. Для соленоїдів обмоток необхідна напруга надходить через трансформатор де знижується до 110В.

Автоматичні релейні системи управління можуть обробляти наступні завдання управління.

Максимальне число поверхів для вирішення завдання переміщення кабіни не більше шістнадцяти. Необхідно постійно тримати нажатую кнопку виклику ліфта, для перевезення в кабіні вантажів або пасажирів та прибуття на необхідний поверх виклику. Тож для того щоб головний привід ліфту увімкнувся необхідний час на спрацювання релейної логіки, та напруга пройшовши через кілька реле та перетворювачів дійде до асинхронного приводу змінного струму, який потім почне рух.

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основними перевагами автоматичних систем управління на релейній логіці є простота конструювання, надійність у використанні, та легкий процес в експлуатації та обслуговуванні, так як більшу частину деталей, що вийшли з ладу, легко можна замінити.

До основних недоліків можна віднести велику потужність системи управління, через те що система релейна – деякі реле будуть включені майже постійно, що призводить до втрат електроенергії. Необхідна велика кількість проводів для з'єднання всіх пристроїв зі станцією управління, що значно ускладнює монтаж та обслуговування. У випадку поломки чи несправності, багато часу втікає на те щоб знайти конкретний провід де сталась несправність, потрібно вимірювати напругу то на станції управління, то в шахті, на кінцевих вимикачах кабіни, на кінцевих вимикачах дверей шахти, в коробці розподілу напруг. Технічно для уникнення спаювання контактів під час роботи, їх покривають тонким шаром металу стійкого до спаювання, зазвичай це срібло, що теж збільшує вартість системи управління. Пункт управління характеризується великими габаритами, та для коректної роботи поруч встановлюють трансформатор для зниження напруги, що теж має велику вагу та розміри. Дуже багато компонентів містять в собі дорогі метали такі як мідь, наприклад котушки та контактні поверхні і провідні з'єднання.

Станція управління що використовує логічні елементи.

Станція управління на логічних елементах забезпечує рух кабіни ліфта по шахті та дозволяє відкривати створи дверей без втручання людини. Підтримує алгоритм здатний забезпечити рух кабіни ліфта не тільки в одиночному а і у спарених режимах, та дозволяє рух ліфтової кабіни зі швидкість до 1,5 м/с, одночасно виконуючи управління в спарених шахтах. Станція управління відзначається великою гнучкістю

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

порівняно з релейними станціями управління. Дозволяє програмувати свій стан та обирати параметри серед наступного списку:

- Можливість налаштовувати кількість неможливості зачинити двері, до реєстрації помилки зачинення дверей;
- Налаштовування кількості поверхів;
- Вибір пріоритетного ліфту при керуванні парою систем;
- Часова затримка перед відкриттям створом дверей;
- Зчитування датчиків та їх рівні;
- Перед уповільненням можливо налаштовувати час руху до спрацювання датчику уповільнення;
- Часова затримка перед початком руху;
- Тип підлоги у кабіні ліфту;
- Параметри точної зупинки та час руху необхідний для виконання точної зупинки;
- Необхідний час для відкриття чи закриття дверей, що означає ширину шахтового порталу;
- Необхідний час для самостійного продовження роботи при аварії не критичного рівня;

В середині автоматичної станції управління розташована індикаційна панель, яка дозволяє проводити діагностику стану ліфту, виводячи стан всіх датчиків та аварійних показників. Для того щоб відрегулювати положення кабіни після зупинки на поверсі, необхідні роботи можна провести на будь якій зупинці ліфта. Якщо станція управління виявила кнопку виклику чи наказу яка вийшла з ладу, то в автоматичній станції управління існує можливість відключити несправний пристрій та продовжити роботу далі. Автоматична станція управління на логічних елементах містить в собі каскад пам'яті, що дозволяє зберігати в ній коди аварій та стан здавачів під час аварії. Ємність пам'яті до 64 записів. Пам'ять є енергонезалежною та дозволяє зберігати інформацію навіть при

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відключенні енергоживлення. Зчитування виробляється зі штатного пульта управління і індикації виробу. Необхідна для автоматичної станції управління напруга це 380В, з допустимими відхиленнями в межах 10%, що дозволяє виконання поставлених перед станцією управління завдань.

До позитивних сторін автоматичної станції управління на логічних елементах можна віднести такі якості: малий розмір відносно станцій управління на релейних елементах; станція відчуває наявність пасажирів в ліфті, та у разі не надання сигналу наказу, залишає двері до кабіни ліфта відкритими; виклики кабіни ліфта на поверх автоматично обробляються з найбільш верхнього положення; у разі якщо вага пасажирів чи вантажу наближається до 95% станція автоматично приймає рішення про ігнорування попутних викликів кабіни ліфта на поверх; при отриманні наказу з посту наказів в кабіні ліфта, станція автоматичного управління виконує зупинки на поверхах послідовно; У випадку коли автоматична станція управління перестає реєструвати сигнал з датчика ваги ліфту кабіна зупиняється на найближчому поверсі та відкриваються двері, кабіна робить це на малій швидкості за для запобігання пошкодження можливо несправних механізмів, після зупинки на поверсі всі накази скидаються.

До основних недоліків автоматичної станції управління на логічних елементах можна віднести дуже велику кількість логічних елементів управління та відносно складну процедуру пошуку несправностей.

Автоматична станція управління з використанням мікропроцесорів.

Автоматична станція управління з використанням мікропроцесорів складається з таких вузлів:

Керуюча плата (КП): виконує задачу по визначенню розташування та статусу кабіни ліфта, виконання наказів з поста наказів та їх відображення, відміна наданого автоматичній станції управління наказу у випадку прибуття кабіни на поверх та успішного відкриття дверей, можливість зміни

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напрямку та швидкісного режиму руху, увімкнення та вимкнення двигуна що приводить двері у рух, аналіз несправностей в шахті чи кабіні ліфта та їх вивід на панель індикації.

Плата захисту температурна (ПЗТ): виконує функцію захисту від зміни напруги чи перегріву, реєструє статус дверей до порталу шахти, виконує реєстрацію та регулювання температурою на обмотках асинхронного двигуна трьохфазного струму;

Плата контролю мережі трифазна (ПКМТ): виконує функції контролю якості напруги в мережі, та її відповідність необхідним стандартам, правильність чергування фаз, напругу та частоти.

Плата управління гальмом (ПКГ): виконує задачу управління гальмівним механізмом, виконуючи правильне його включення в роботу та забезпечення безперервного утримання, також однією з побічних функцій є включення у роботу вентилятора головного приводу, що забезпечує його охолодження.

Плата комутації семісторна (ПКС): дозволяє вирішувати задачу комутації ланцюгів живлення, з робочою напругою до 220В.

До основних переваг можна віднести:

- існування спеціального табло призначеного для відображення інформації про стан ліфта та перевантаження;
- висока точність ходу та плавна зупинка на поверсі;
- управління швидкістю відкриття дверей за допомогою зміни частоти;
- високі показники рівню комфорту;
- існування активної системи охолодження;
- кнопки, що використовуються на пості наказів та кнопки виклику ліфта розроблені стійкими до зловмисних пошкоджень;
- показ на спеціальних індикаторах напряму руху кабін ліфта;

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- станція автоматичного управління використовує в собі мікропроцесори;

Також зазвичай установлені такі модулі:

- пристрій візуального відображення;
- індикатори що відображають інформацію про перевантаження кабіни;
- додаткове встановлення дверей для протипожежного виходу.
- додатковий світловий датчик для контролю закриття дверей;
- перетворювач частоти для управління швидкістю обертання головного приводу та лебідки;
- вузол контролю режиму доступу;
- додаткове позначення поверхів з описанням;

До основних недоліків автоматичної станції управління з використанням мікропроцесорних систем можна віднести велику вартість ремонту пошкоджених вузлів відновлення цілісності пошкоджених чи зламаних блоків можливе лише за наявності спеціального обладнання та зазвичай проходить у майстернях, отже через це модулі вийшовши з ладу зазвичай не ремонтують а змінюють на нові, що спричиняє велику вартість ремонтних робіт; висока ціна експлуатації та впровадження та розробки порівняно з попередніми станціями управління на релейній логіці чи логічних елементах.

1.4. Постановка задачі дипломного проекту

Головною метою даного дипломного проекту є розробка системи автоматичного управління ліфтом, що забезпечить комфортне та безпечне пересування вантажів та людей по приміщенню.

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Автоматична система управління ліфтом за допомогою мікроконтролера повинна забезпечити можливість роботи ліфта у різних режимах.

Система повинна визначати положення кабіни ліфта у режимі навчання.

Працюючи у нормальному режимі система управління ліфтом повинна забезпечувати справне виконання задачі переміщення вантажів та пасажирів, правильно обробляючи попутні виклики.

У сервісному режимі управління кабіною ліфта проводиться тільки за рахунок використання кнопок на сервісній панелі, що знаходиться на даху кабіни ліфта. Під час роботи в сервісному режимі повинна буди відключена система виклику кабіни ліфта з поверху; необхідність існування ключів що дозволяють переведення режиму роботи ліфту у режим парковки та точної зупинки; можливість управління системою із машинного приміщення.

Можливість переміщення кабіни ліфта повинна існувати в сервісному режимі тільки за умови повністю закритих дверей кабіни та шахти ліфта та тільки на малій швидкості.

Використання режиму тестування призначене для виявлення можливих проблемних місць та усунення несправностей на етапі пуску та наладки, пошук можливих дефектів та проблемних місць супроводжується зміною програми роботи автоматичної системи управління ліфтом.

Перехід у режим пожежної безпеки ліфт повинен виконувати після спрацювання датчика пожежної безпеки у кабіні ліфта або після отримання сигналу від будівлі, чи спеціального ключа на сервісній панелі ліфта. Перехід в режим пожежної безпеки повинен бути можливим з будь якого режиму окрім режиму аварійної зупинки ліфта.

Перехід ліфта у режим роботи землетрус повинен здійснюватись після повернення спеціального ключа у будівлі, на сервісній панелі чи

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

після отримання сигналу з датчика сейсмічної активності. При переході в режим землетрус кабіна автоматично зупиняється на найближчому посадочному майданчику та відкриває двері.

Також автоматична система управління ліфтом повинна забезпечувати точну зупину кабіни ліфта на поверсі та динамічно регулювати своє положення в залежності від завантаженості кабіни ліфта.

Для досягнення мети дипломного проекту необхідно вирішити такі завдання:

- Проаналізувати закономірності автоматичних систем управління ліфтами;
- Визначити архітектуру в системі управління.
- Обрати необхідне обладнання та програмне забезпечення;
- Провести розробку алгоритму роботи автоматичної системи управління;
- Створити модель імітації роботи ліфта у програмному середовищі LabVIEW.

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЛІФТОМ ТА ВИБІР КОМПОНЕНТІВ

2.1. Загальний опис алгоритму та закономірностей функціонування автоматизованої системи управління ліфтом.

Автоматична система управління ліфтом у нормальному режимі роботи отримує сигнали управління з кнопок на пості наказів та кнопок виклику на поверсі, що встановлюються на майданчиках для посадки, також система управління приймає рішення про попутну зупинку. У разі коли вага вантажу та пасажирів перевищує 90% номінальної максимальної дозволеної підйомної маси, автоматична система управління забороняє попутну зупинку.

Кабіна починає рухатись отримавши сигнал з посту наказів лише у випадку знаходження пасажира в кабіні ліфту. Для отримання інформації про наявність пасажиру чи вантажу у кабіні в системі встановлений вузол пристрій контролю завантаженості, що надає інформацію системі управління про наявність та рівень завантаженості кабіни.

Після натискання кнопки виклику сигнал реєструється в системі, так само як і після натискання кнопки вибору поверху на панелі посту наказів. В кожній кнопці встановлена сигнальна лампа. Сигнал, що надійшов на контролер із посту наказів чи кнопки виклику являється зареєстрованим, якщо загорається сигнальна лампа, що розташована в кожній кнопці посту наказів та кнопки виклику.

Система управління визначає точне місце перебування кабінки ліфта користуючись показаннями за датчиків сповільнення (ДС) та датчики точної зупинки (ДТЗ). Кожен датчик подає сигнал коли впливає на відповідний шунт . У шахті, по якій переміщується ліфт, на каркасі кабінки розташовують датчики точної зупинки та шунт точної зупинки. На

					ІА52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кожному поверсі біля місця зупинки розташовані майданчики зупинки, на яких розташовують шунти та датчики для взаємодії з кабіною ліфта. Зазвичай для ліфтового обладнання використовується наступна схема розміщення шунтів яка вказана на Рис 2.1.

Головний привід приводить у рух лебідку. Привід лебідки може працювати у двох режимах швидкості, нормальний та повільний. Повільний режим роботи головного приводу не увімкнеться до поки кабіна ліфта не досягне місця сповільнення Після входу в зону сповільнення кабіна продовжує рух на повільній швидкості, після чого кабіна ліфта входить в зону точної зупинки. Спеціальний шунт що розташовують перед наближенням до поверху, впливає на датчик точної зупинки, після чого система управління отримує сигнал та запускає в роботу механізм гальмівних колодок. Після відпрацювання механізму механічного гальмування, поступає сигнал на зупинку двигуна головного привода, приводиться в дію двигун дверей кабіни ліфта відбувається автоматичне відчинення дверей кабіни та дверей шахти ліфта. Відчинення дверей шахти ліфта відбувається одночасно з відчиненням дверей кабіни та після покидання пасажирями приміщення кабіни ліфта протягом часу зазначеного в програмі двері тримаються відкритими, потім відбувається зачинення дверей. Після зачинення дверей ліфт переходить у стан готовності до виклику, що можна зрозуміти із лампочок що перестали світитися на панелі посту наказів та кнопок виклику, які розташовані на кожному поверсі. Використовую показання з датчиків відкритих дверей (ДВД), автоматична система управління забороняє рух кабіни з відкритими дверима.

При перевищенні максимально дозволеної номінальної швидкості руху кабіни ліфта, відбувається автоматичне спрацювання механізму уловлювачів. Уловлювачі надійно зупиняють кабіну, використовуючи напрямні як зацепи.

					ІА52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

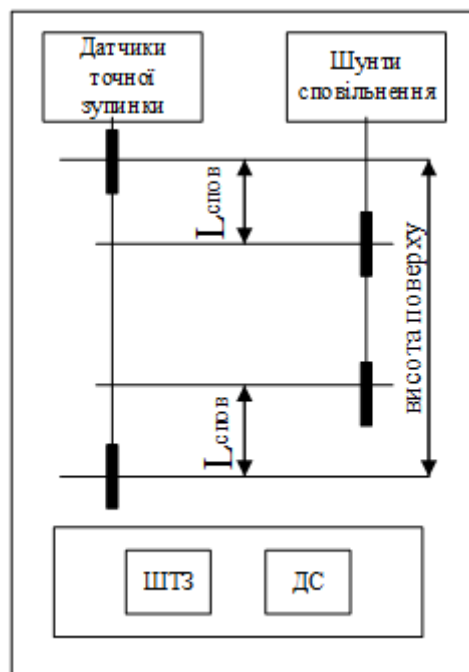


Рисунок 2.1. Схема розстановки шунтів

2.2. Функціональна та структурна схема управління ліфтом.

Використовуючи базу вимог до системи управління складемо функціональну схему системи управління.

На рисунку 2.2. можна побачити функціональну схему автоматичної системи управління.

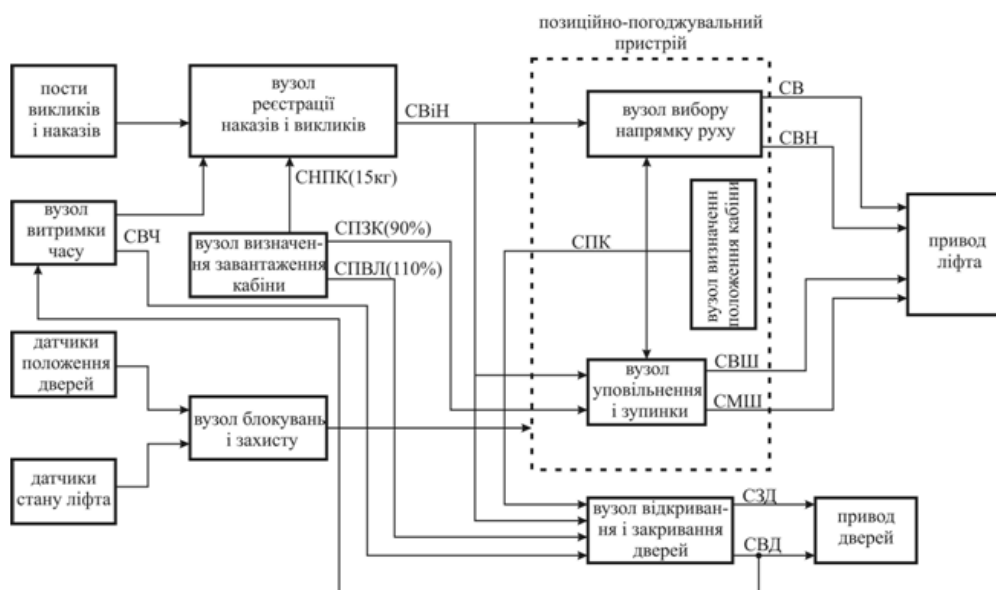


Рисунок 2.2. Функціональна схема автоматичної системи управління.

За для вирішення технологічної задачі управління ліфтом необхідно побудувати систему управління з трьома рівнями (рисунку 2.3.).

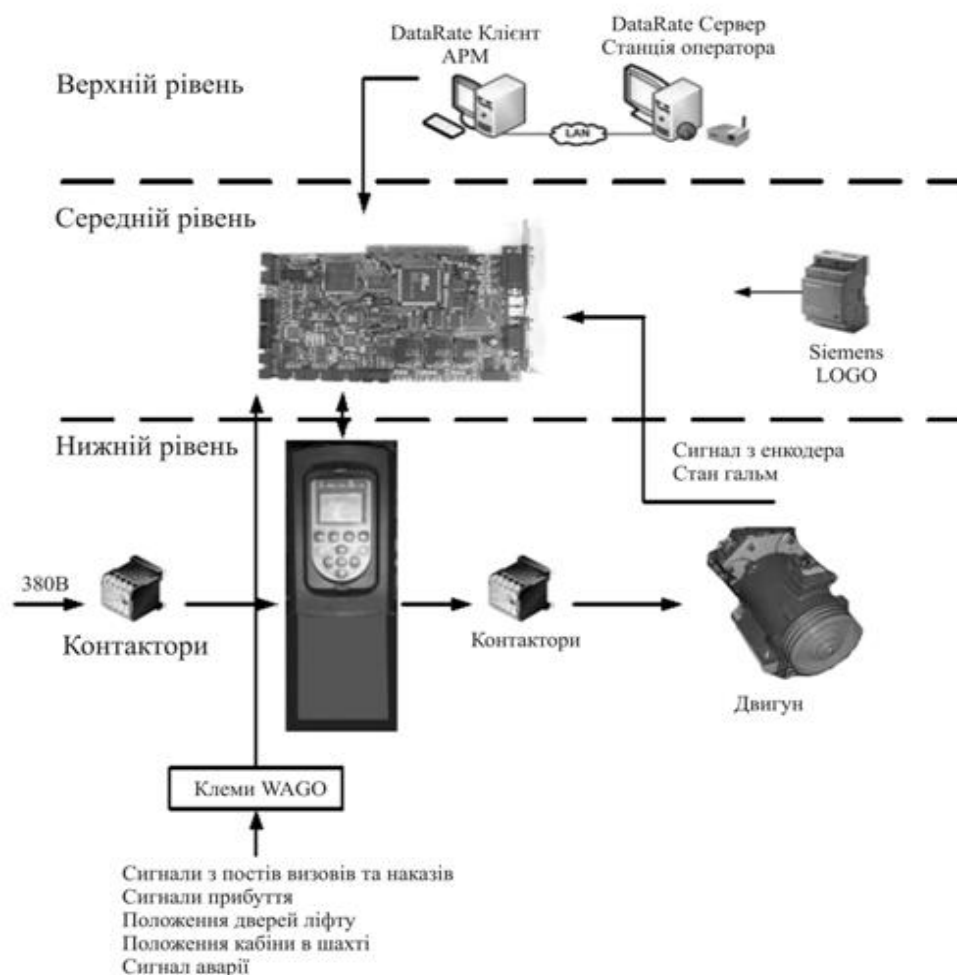


Рисунок 2.3. Три рівнева схема з'єднання апаратних засобів рівнів управління.

Верхній рівень управління.

Сучасні будівлі оснащують складними інженерними системами та обладнанням зв'язку та комунікації. Потрібно вирішувати задачу постійного моніторингу стану систем будівлі та адекватного реагування на можливі та виявлені несправності та аварії. Для вирішення такого класу задач були розроблені автоматичні системи контролю управління та

диспетчеризації (АСКУД). Однією з інших її назв є сервер ЖКГ.

Наприклад при використанні в системах управління ліфтами АСКУД дозволяє:

- Здійснювати формування звітів про користування агрегатами, вести статистику несправностей та планового обслуговування;
- Здійснювати контроль та обмежувати доступ до шахти ліфта;
- Здійснювати контроль над положенням кабіни ліфта у постійному режимі;
- Перевіряти статус ліфтового обладнання та необхідності заміни.

Вся інформація зібрана системою АСКУД надходить до пункту диспетчера. Людина отримавши інформацію про стан обладнання та систем приймає рішення про подальші дії, в тому числі про необхідність ремонту та заміни основних вузлів та агрегатів.

Використовуючи системи SCADA здійснюється контроль та відображення для диспетчера інформації про стан системи. Одночасно на протязі повного місяця системою автоматично реєструються всі важливі події.

Середній рівень автоматичної системи управління.

Середній рівень автоматичної системи управління призначений для виконання алгоритмів середнього керуючого рівня наприклад управління приводом дверей; він відповідає за взаємодію об'єктів управління; передачу інформації на верхній рівень автоматичної системи управління.

Для того щоб реалізація всіх цих функцій стала можлива використовує контролер.

Пристрій, що призначений для безперервного вимірювання сигналів що передаються напругою чи струмом називають контролером, він заємається вирішенням задачі первинної обробки інформації, що надійшла з датчиків, також вирішуючи задачу формування управляючих сигналів

					ІА52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для виконавчих пристроїв, для обміну інформацією в системах контролю та вимірювання.

Контролери в основному використовуються для вирішення задачі контролю над виконавчим пристроєм, наприклад переміщення об'єкта управління за заданим алгоритмом.

Нижній рівень автоматичної системи управління.

На цьому рівні використовують перетворювачі керуючого сигналу, в даній системі на нижньому рівні використовують частотний перетворювач для контролю двигуна; на цьому рівні відбувається подача живлення на виконуючі пристрої; працюють датчики точної зупинки сповільнення пожежної безпеки та інші; також розташовані системи гальмування; органи управління пост наказів та кнопка виклику ліфта;.

Сигнали що надходять з панелі посту наказів та кнопки виклику з посадкового майданчику та сигнали з датчиків відкритих дверей, датчиків сповільнення вгору та вниз надходять на дискретні входи головного контролера.

Провівши аналіз закономірностей за якими працює система ліфту було визначено необхідні складові автоматичної системи управління ліфтом. Де користуючись програмою головний контролер завдяки показанням з датчиків контролює положення систем ліфта, в тому числі кабіни та дверей ліфта.

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

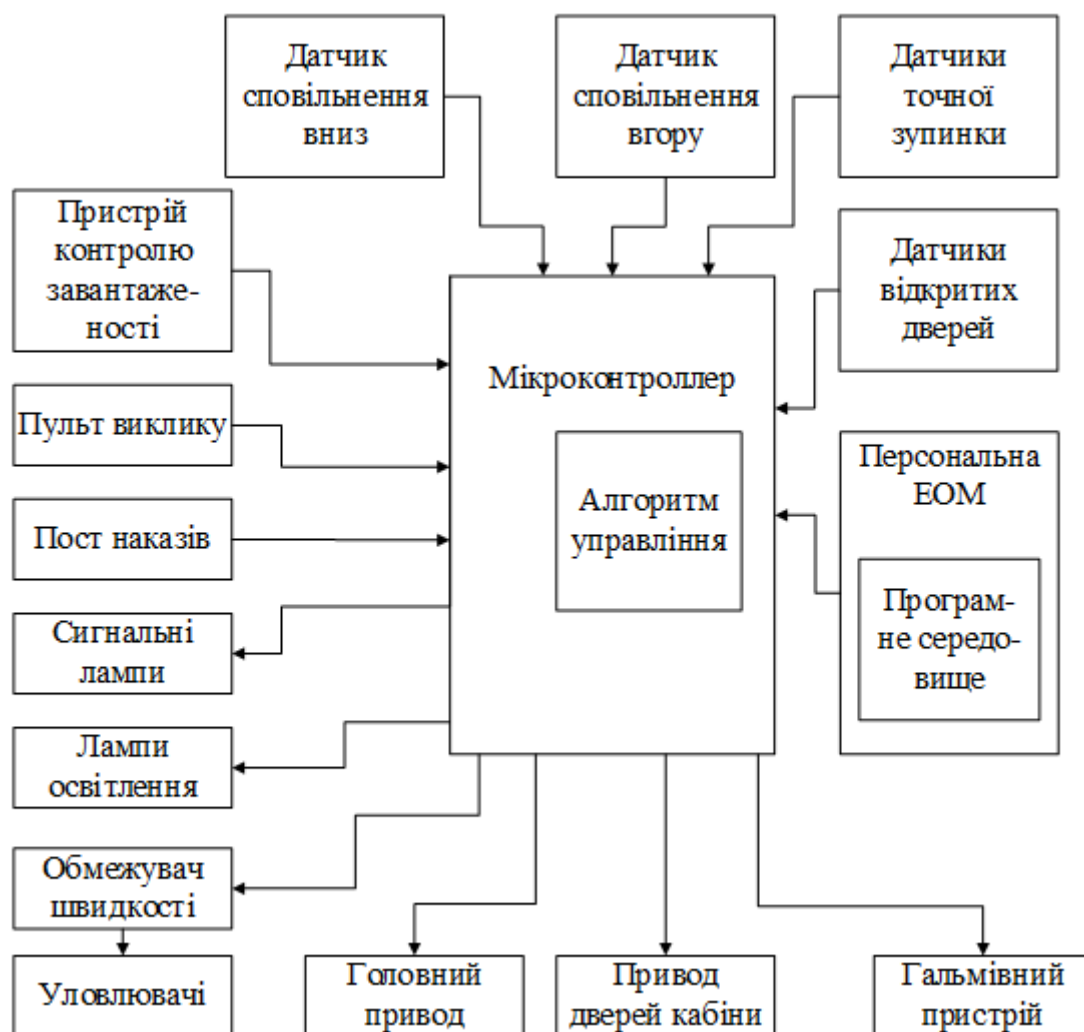


Рисунок 2.4. Структурна схема управління роботою ліфту через мікроконтролер

2.3. Аналіз та обґрунтування вибору обладнання

Для коректного виконання задачі автоматичного управління системою необхідно обрати головний контролер, протипожежний датчик, датчики точної зупинки, пост наказів, датчики та шунти уповільнення, головний привід.

2.3.1. Головний контролер.

Головний контролер повинен вирішувати задачі зчитування показань з датчиків та формувати завдання для об'єктів управління, також головний

контролер повинен мати клас захисту відповідний промисловій електроніці. Для вирішення задачі підійде контролер «SIEMENS LOGO!».

Зовнішній вигляд головного контролера представлений на рисунку 2.5.



Рисунок 2.5. Зовнішній вигляд контролеру «SIEMENS LOGO!»

Контролер складається з універсальних модулів «SIEMENS LOGO!» – ці модулі дозволяють розширювати систему управління без зміни попередньої частини, додаючи нові модулі попередня система управління розширюється з мінімальними інженерними витратами на перепроєктування та зміну компоновки. Кожен контролер має в собі певну кількість аналогових та дискретних входів та за необхідності легко може бути доповнений необхідними модулями. Маленькі габарити, гарна підтримка від виробника та велика база готових програмних рішень та практик, дозволяє обрати контролер «SIEMENS LOGO!», так як даний контролер гарно зарекомендував себе у використанні на промислових об'єктах.

Використовуючи функції входів контролеру по обробці аналогових та дискретних сигналів «SIEMENS LOGO!» без розширення додатковими

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

модулями вводу-виводу дозволяє вирішувати задачу опитування 16 цифрових та 8 аналогових входів, одночасно в системі контролера знаходиться 2 аналогових та 8 дискретних виходів, що дозволяє формувати керуючі сигнали для виконавчих пристроїв. Спеціальний внутрішній логічний модуль керує обробкою сигналів з дискретних входів та виходів. Сигнали, що були створені внутрішнім логічним модулем потім передаються на виконавчі пристрої. Модулі контролера з'єднуються між собою за допомогою внутрішньої шини даних, яка працює за протоколом «SIEMENS LOGO!» CM EB. Також кожен модуль має в своєму складі підсистему гальванічної розв'язки, що дозволяє використовувати у якості модулів, компоненти з різними напругами живлення, що значно спрощує проектування системи, та одночасно підвищує надійність.

Розробка програмного забезпечення для контролера «SIEMENS LOGO!» проходить у середовищі розробки, що поставляється виробником «SIEMENS LOGO!» SoftComfort. Використовуючи програму для проектування та програмування надану виробником, можна отримати доступ до таких функцій:

Графічний інтерфейс для створення комутаційних програм в автономному режимі за допомогою ступінчастою схеми (діаграми контактів або принципової схеми) або функціональної блок-схеми (функціональної діаграми).

- Автоматичне створення діаграм для огляду програми;
- Створення спеціальний підпрограм для комутації;
- Передача підпрограм для комутації в напрямку контролера;
- Зчитування показань внутрішнього лічильника часу роботи;
- Зручне збереження резервних копій програм на будь яких носіях;
- Легка процедура додавання нових блоків;
- Вибір часу та робота з часовими поясами;
- Легкий доступ до ре факторингу та роботи з підпрограмами;

- Автоматизована робота з часом, що дозволяє перехід на літній і зимовий час та навпаки.

- Симулятор, що дозволяє імітувати роботу контролера на персональному комп'ютері;

При переході контролера «SIEMENS LOGO!» в режим роботи система розробки програмного забезпечення дозволяє:

- Контролювати стан всіх входів та виходів, що дозволяє легко відловлювати помилки в програмному забезпеченні;

- Приймати рішення запуск підпрограм безпосередньо з персонального комп'ютера .

- Автоматичне зчитування значень всіх дискретних та аналогових входів і виходів;

- Зчитування стану кожного блоку;

- Зчитування результатів виконання команд кожним блоком;

2.3.2. Пост наказів.

Панель поста наказів використовується у системі управління ліфтом, як орган управління користувача, що дозволяє подати системі сигнал про поверх призначення. Зазвичай пост наказів розміщують у стіні каркасу кабіни ліфта. Панель поста наказів повинна мати вбудовані сигнальні лампи для відображення статусу прийнятого наказу, та бути розробленою стійкою до зовнішнього зловмисного впливу.

Пост наказів ППЛ-12ПЗ на 10 поверхів з розміщенням кнопок наказу у два ряди, має клас захисту IP68, Габаритні розміри поста – 465x515x40мм. Напруга живлення поста наказів 24В, робоча напруга індикації в межах 12-24В, здатність навантаження по струму 0,15А. Конструктивно мають в собі круглі п'єзо кнопки за круговою індикацією, зображено на рисунку 2.6.

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.6. Пост наказів

2.3.3. Головний привод.

Провівши аналіз конструкцій типів двигунів та лебідок, було виявлено що для забезпечення енергетичної ефективності, найкраще підходять двигуни без редукторного типу, що приводяться у дію не використовуючи механізм передачі моменту обертання.

Оберемо двигун IBL 48000 від виробника «IBL» (рисунку 2.7) відноситься до класу без редукторних типів двигунів, які за принципом роботи є синхронними, та працюють на основі магніту що приводить у дію ротор.

Перевагами даного двигуна є:

- Технічна простота монтажних робіт,
- Малі габарити,

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Безшумний режим роботи.

Технічні характеристики двигуна наведені в таблиці 2.1.



Рисунок 2.7. Двигун IBL 48000

Таблиця 2.1 Характеристики роботи двигуна

Характеристика	Величина
Макс. корисне навантаження, кг	400
Момент обертання при номінальному навантаженні, Н·м	130
Макс. навантаження на вісь, кг	1300
Макс. Швидкість, м/с	1,6
Робочий шків, Ø	210
Вага, кг	135

2.3.4. Датчики і шунти уповільнення та точної зупинки.

Для вирішення задач управління ліфтом необхідне використання в системі датчиків та шунтів точної зупинки. При нормальному режимі роботи кабіна ліфта повинна рухатись у двох режимах, режимі сповільнення та звичайному, при проході кабіни ліфта у шахті та наближення її до посадочного майданчику необхідно знизити швидкість ходу та виконати точну зупинку.

Конструктивне рішення по розташуванню датчиків уповільнення передбачає розміщення датчиків на каркасі кабіни ліфта, що вимагає значно меншу кількість дротових з'єднань. А розташування шунтів

передбачає їх розміщення в шахті, у межах майданчиків для посадки.

Для виконання задачі точної зупинки на кожному посадочному майданчику встановлюються окремий датчик точної зупинки, на каркасі кабіни розміщують спеціальний шунт, що отримує сигнал про точну зупинку.

Як датчик для отримання інформації про уповільнення оберемо датчик Inductive NM 30, що виробляється у циліндричному форм факторі (рисунку 2.9.).

Датчик Inductive NM 30 має наступні характеристики:

- Проти корозійне покриття: хромована сталь.
- Технічна відстань роботи: 25 мм;
- Частота вимірювань: 1000 Гц;
- Робоча температура: -30...+80 °C;
- Напруга живлення 12В;



Рисунок 2.9. Датчик уповільнення Inductive NM 30

Для отримання даних про точну зупинку оберемо датчик точної зупинки. Датчики герконового типу підійдуть для вирішення задачі. Основним принципом роботи для герконового датчика є магнітне замикання передаючих контактів, де магніт являється керуючим, а контакти передавальним пристроєм. При потраплянні герметичного контакту у магнітне поле відбувається замикання контактних поверхонь. Після відключення магнітного поля відбувається розмикання передаючих сигнал контактів.

Датчик точної зупинки розміщується на каркасі кабіни, за для зменшення кількості необхідних провідних з'єднань. Оберемо датчик «GC

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20»

Основні характеристики датчика «GC 20» (рисунку 2.10.):

- Габарити магнітного замкача: $30 \times 15 \times 7$ мм.
- Робоча напруга: 20В;
- Монтаж підвісний;
- Відстань чутливості 10-40 мм;
- Габарити датчика: $30 \times 15 \times 7$ мм;
- Опір не перевищує 0,7 Ом;
- Максимальний струм: 0,2А;

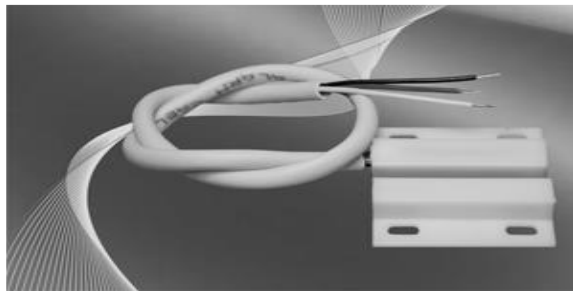


Рисунок 2.10. Датчик з герметичним контактом «GC 20»

2.3.5. Інші вимірювачі та перетворювачі.

Для вирішення задачі автоматичного управління ліфтом необхідно обрати датчики, що нададуть інформацію про прискорення, завантаженість кабіни, та сейсмічну активність.

Для отримання інформації про місцезнаходження ліфта використаємо датчик HONEYWELL HMC1001-0138 фірми Honeywell (рисунку 2.11.).



Рисунок 2.11. Датчик положення ліфта HMC1001-0138

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Принцип роботи датчика та його структура показана на рисунку 2.12. Конструктивно побудований за схемою мосту з резисторів. Що забезпечує високу точність вимірювань. В середині, датчика знаходяться також два соленоїди. Ці соленоїди відповідають за регулювання параметрів датчика. Такими параметрами являються зміщення та скидання або установка.

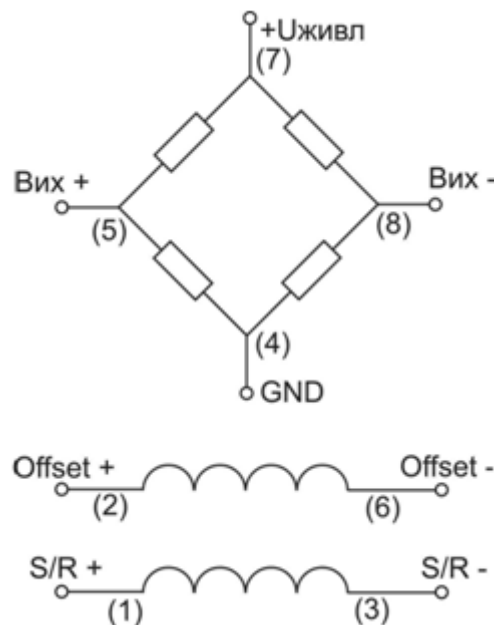


Рисунок 2.12. Конструкція датчика НМС1001-0138

За принципом роботи датчик працює наступним чином, після подачі напруги живлення, пристрій починає вимірювання напруженості магнітного поля. При впливі поля на внутрішню структуру датчика, змінюється його опір, що однозначно реєструється датчиком та передається як сигнал на контролер.

Зазвичай одразу після встановлення датчика, та перед початком роботи необхідно провести першочергову настройку параметрів датчика, так як на нього впливають будь які магнітопровідні матеріали, що вносять збурення у магнітне поле, напруженість якого і являється основною вимірюваною характеристикою датчика. Для того, щоб виконати

першочергову настройку датчика потрібно скористатись внутрішньою котушкою зміщення, яка спеціально вмонтована в датчи для корекції вимірювань напруженості магнітного поля. Конструктивно соленоїд зміщення це опір рівний 5-6 Ом. Соленоїд розташовують безпосередньо поруч з мостом вимірювання, та має чітко визначену форму. За рахунок чого має можливість створити магнітне поле що направлене в протилежному напрямі від поля, що вимірюється датчиком. Для виконання корекції через котушку повинен протікати струм з чітко визначеною полярністю та модулем.

Також конструктивною особливістю даного датчика є те, що існує можливість автоматичної калі бровки паразитних магнітних полів та зміщень у процесі роботи датчика. Виконання цієї операції пов'язане з роботою датчика в умовах коли температура зовнішньої середи часто змінюється.

Автоматична система отримання положення за допомогою датчика НМС1001-0138 зображена на рисунку 2.13.

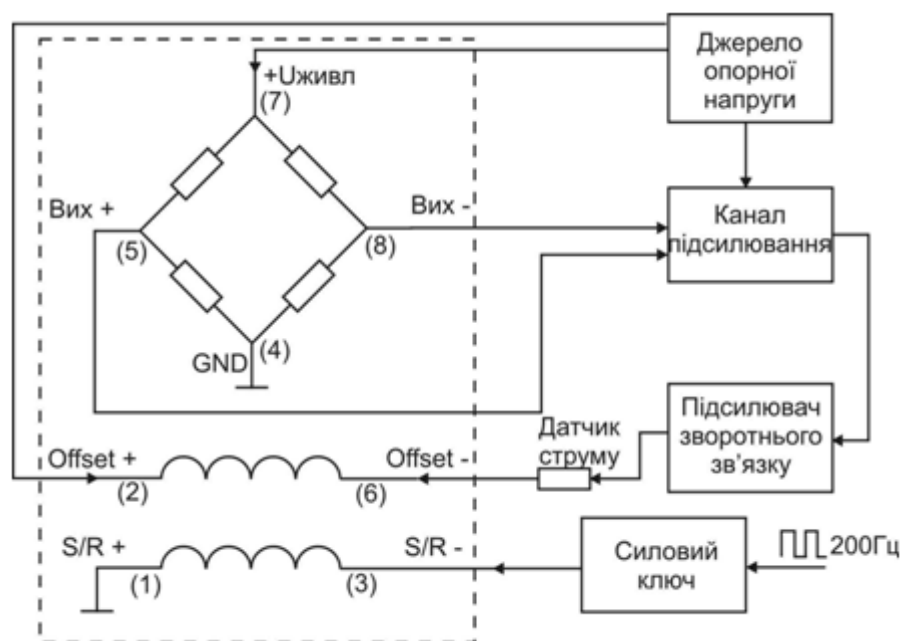


Рисунок 2.13. Система отримання положення за допомогою датчика НМС1001-0138

Під час роботи систем постійно зводить значення напруги на виході мосту до нуля. Щоб оцінити величину вимірюваного магнітного поля необхідно оцінити, величину та полярність струму на соленоїді зміщення. Перевагою такої системи вимірювання є майже повна лінійність вимірюваних параметрів, та незалежність від температурного режиму.

Для вирішення задачі вимірювання завантаженості кабіни ліфта скористаємося показаннями датчика M17D-C9-5M від виробника MassProx. Зображення датчика можна побачити на рисунку 2.14.

Даний датчик відноситься до класу тензодатчиків, це означає, що основним принципом роботи датчика є використання в його внутрішній структурі тензорезистора. Як відомо опір тензорезистора залежить від зміни його довжини чи поперечного перерізу.



Рисунок 2.14. Зовнішній вигляд датчика M17D-C9-5M

В даному датчику для підвищення точності вимірювання, чутливі елементи розміщені мостом.

В якості датчика прискорення і сейсмодатчика застосуємо датчик MTN/1105SCE виробника Monitran (рисунку 2.15.).

Конструктивно датчик являє собою MEMS-сенсор дискретним інтерфейсом, що вимірює дані по прискоренню, кутовій швидкості та положенню. MTN/1105SCE, дозволяє фіксувати прискорення і кутову

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

швидкість відповідно до 10g і 1000 град/с.



Рисунок 2.15. Зовнішній вигляд датчика MTN/1105SCE

Так як в даному датчику використовується сучасна технологія мікромеханічних виробів, це дозволило знизити взаємну чутливість осей, та підвищити клас точності.

До основних характеристик можна віднести:

- Необхідна напруга живлення 20В;
- Діапазон робочих температур -40...+90 °С ;
- Вимірювання прискорення по трьом осям;
- Вимірювання положення по двом осям;
- Можливість вибору режиму роботи, та чутливості;
- Діапазон чутливості акселерометра змінюється програмно;
- Постійне вимірювання температури;

Для вирішення задачі пожежної безпеки оберемо датчик ІПД-А-108.

Вигляд датчика зображений на рисунку 2.16.

					ІА52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.16. Вигляд ІПД-А-108

Димово тепловий датчик температури ІПД-А-108 відноситься до датчиків комбінованого типу. Датчик формує сигнал про пожежу беручи до уваги комбінацію декількох факторів. Одним з факторів прийняття рішення є фактор задимленості, іншим фактором на основі якого формується сигнал про пожежу є фактор температури.

Таким чином в інтелектуальному датчику постійно проводиться вимірювання диференціальної зміни температури та вимір задимленості. І у разі різкого підвищення температури, навіть при невеликому рівні задимленості, але при швидкому збільшенні температури приймається рішення про виникнення пожежі. Такий принцип роботи датчика дозволяє значно підвищити швидкість виявлення пожежної загрози та підвищує рівень безпеки системи.

До основних характеристик можна віднести:

- Необхідна напруга живлення 15-30В;
- Діапазон робочих температур -10...+60 °С; ;
- Час спрацювання до виявлення пожежі 10 с;
- Розміри 102 x 49 мм;
- Маса 0,2 Кг;
- Чутливість до диму від 0,05 до 0,2 дБ/м;

					ІА52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ТА МОДЕЛІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЛІФТОМ

3.1. Розробка основних алгоритмів автоматизованої системи управління ліфтом

Головною частиною автоматичної системи управління є контролер «SIEMENS LOGO!» 24RC від виробника SIEMENS. Головним принципом роботи системи управління є циклічне опитування всіх датчиків системи, що відповідають за зняття інформації про статус виконавчих пристроїв та індикаторних елементів. Серед датчиків що відповідають за положення кабіни у шахті ліфта, знаходять датчики сповільнення, та датчики точної зупинки, також відповідно за положення кабіни відповідають датчики сповільнення вниз та вгору. В системі датчики сповільнення вгору та сповільнення вниз а також датчики точної зупинки розміщуються на каркасі кабіни ліфта. Взаємодія датчиків відбувається із шунтами та пристроями в шахті ліфта, в зонах перед зупинкою та після неї, однозначно вказуючи на місцезнаходження кабіни ліфта, визначення місцезнаходження кабіни відбувається за підрахунком взаємодій датчиків.

Головний контролер завдяки виконанню програми організовує циклічне опитування всіх датчиків, постів наказу та кнопок виклику та передає сигнали на лампи індикації.

Користуючись інформацією від датчиків сповільнення вниз контролер обраховує інформацію про поверх знаходження, підраховуючи кількість взаємодій, та при русі вгору кількість взаємодій між датчиком сповільнення вгору.

В алгоритмі опитування контролера визначена послідовність опитування зовнішніх пристроїв. Головний контролер реєструє сигнал, що. За кожним номером імпульсу закріплено одне певний пристрій, внаслідок

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чого мікропроцесор «знає, який пристрій в даний момент опитує. За для послідовного опитування різних пристроїв за допомогою циклічних сигналів використовують пристрої розділення каналів – мультиплексори. Входи та виходи контролера мають комутацію на пристрої вводу та виводу, що дозволяють підключення головного контролера до кінцевих пристроїв.

Мультиплексор, що розділює сигнали по різних каналах, керується двійковим адресним кодом, який в свою чергу визначається з послідовного лічильника, після переповнення якого стан лічильника скидається, та цикл опитування починається знову.

Оглянемо дії контролера в момент включення його у роботу, під час працювання у висотному будинку. В контролер необхідно ввести інформацію про кількість поверхів будинку, користуючись спеціальною панеллю вводу. Після чого головний контролер починає первісне налаштування системи та опитування датчиків.

Відразу після того як була визначена кількість поверхів, автоматична система управління ліфтом, повинна зробити тестовий прогін ліфта, для калібрування всіх систем, якщо жодна кнопка виклику не натиснута то поставлене завдання буде обрано перший поверх як місце призначення.

В разі якщо кабіна ліфта зупинилась на першому поверсі, і надходить сигнал виклику кабіни від кнопки виклику на іншому посадочному майданчику. Контролер формує відповідь на поступивши команду, так як сигнал, що надійшов з боку посадочного майданчику та кнопки виклику на ньому, розпізнається як інформація про виклик, визначає адресу надходження сигналу, потім з постійного запам'ятовуючого пристрою надходять подальші інструкції та подальші необхідні дії. У разі якщо сигнал що надійшов розпізнається його адреса, та виявляється, що розпізнана адреса дорівнює адресі місце знаходження кабіни ліфта то контролером відразу формується сигнал відчинення дверей кабіни ліфта.

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо пасажир заходить в кабінку ліфта на шостому поверсі та натискає кнопку наказу першого поверху, при появі на вході головного контролера сигналу про натиснуту кнопку наказу на панелі посту наказів, визначається необхідний поверх призначення, потім алгоритмом формується необхідні керуючі сигнали для головного приводу лебідки у машинному приміщенні, та передається через інтерфейс RS-485 до контролеру машинного приміщення, про необхідність руху вниз. Необхідні обчислення поточного місцезнаходження кабінки відбувається за рахунок отримання даних із кількості взаємодій з датчиками сповільнення вниз. Відразу після виконання з завдання та покидання пасажиром кабінки ліфту відбувається програмне завершення поставленого завдання, та формується сигнал на скидання поставленого завдання, що призводить до зняття сигналів керування, які були раніше поставлені перед автоматичною системою управління ліфтом, та система управління переходить в стан готовності до нових наказів. Під час переміщення кабінки у шахті ліфта головний контролер проводить постійне опитування датчиків сповільнення вниз ДСВН та датчиків сповільнення вгору ДСВГ, панель посту наказів, кнопки виклику на майданчиках посадки та кінцеві датчики положення кабінки у шахті ліфта. Після отримання інформації що надійшла з датчиків, головним контролером формуються необхідні управляючі сигнали, що передаються на об'єкти управління.

Зображена на рисунку 3.1. блок-схема, що описує роботу автоматичної системи управління ліфтом у режимі нормальної роботи. У разі якщо двері закриті, програма яка встановлена в головному контролері виконує послідовне зчитування інформації з кнопок виклику на посадочних майданчиках, та одразу при отриманні сигналу виклику ліфта, приймається рішення про перевірку відповідності поверхів знаходження ліфту та поверху з якого надійшов сигнал. Якщо інформація про поверх знаходження кабінки ліфта та поверх виклику не співпадають, здійснюється

					ІА52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перехід у підпрограму вибору напрямку руху.

Відразу після того як були відкриті двері, запускається підрахунок часу по проходженню якого передається сигнал на закриття дверей, здійснюється перехід у підпрограму вибору напрямку руху, що вирішує подальший напрямок руху з урахування інформації про взаємне розташування кабіни ліфта та поверху виклику кабіни, та формує необхідне завдання для приводу лебідки. Отримавши завдання від головного контролера привід лебідки починає переміщення кабіни ліфта до необхідного поверху. Під час переміщення кабіни ліфта в шахті ліфта між поверхом знаходження та поверхом призначення, виконується постійне зчитування параметрів датчиків та перевірка на відповідність місцезнаходження кабіни ліфта та поверху призначення. У разі співпадіння поверху призначення та місцезнаходження кабіни ліфта, ця умова виконується, та формується сигнал на уповільнення кабіни ліфта та виконання точної зупинки. Після чого виконується відкриття дверей.

					ІА52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

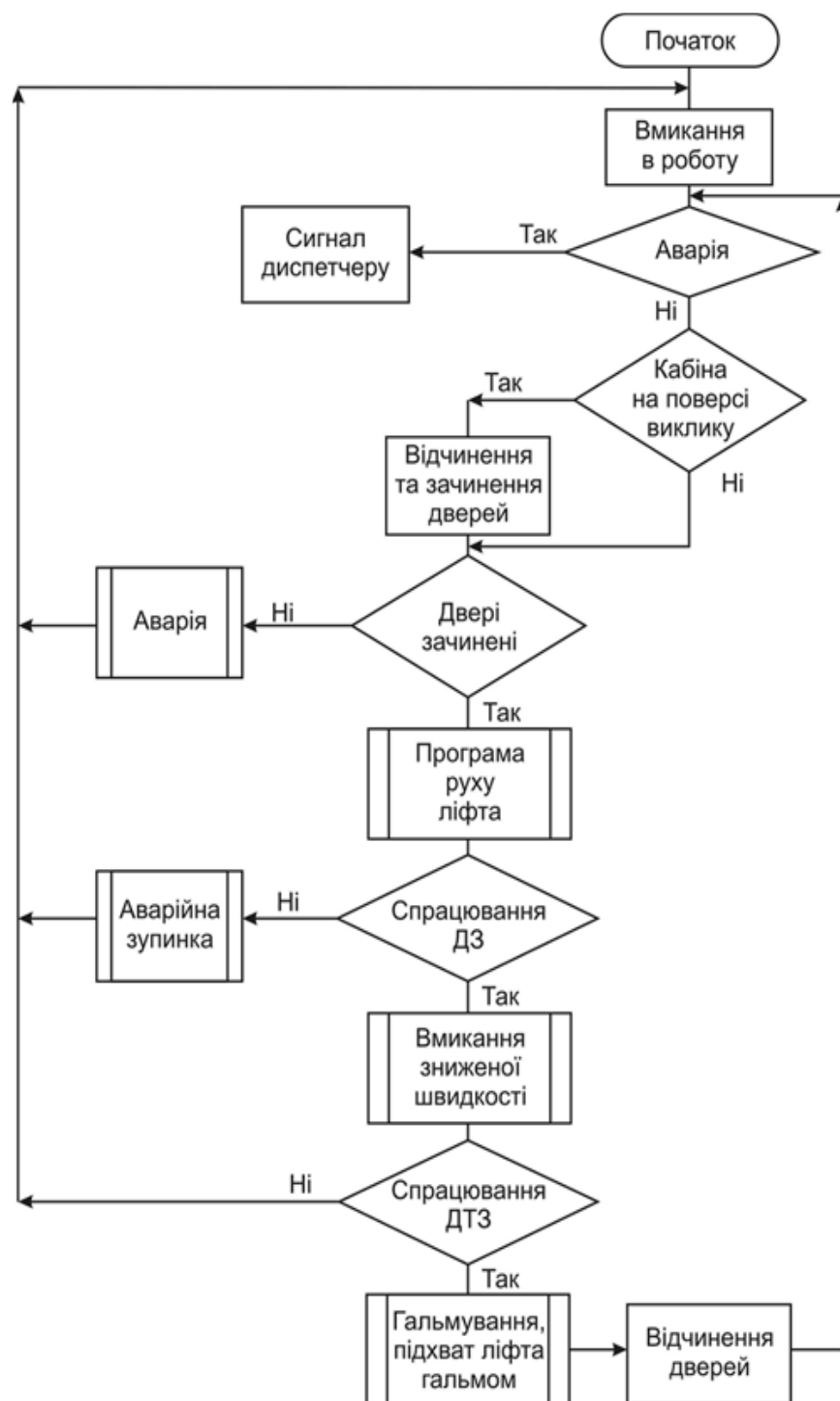


Рисунок 3.1. Загальний алгоритм функціонування автоматичної системи управління у режимі нормальної роботи

Схожі програми працюють для роботи в інших режимах враховуючи деякі зміни та відхилення в роботі в цих режимах. Однак перехід в режим сервісу та управління кабіною ліфта проходить у ручному режимі при переході в режим сервісу для забезпечення більшої безпеки та надійності.

Функціонування системи у режимі обслуговування чи сервісу просте та не залежить від функціонування автоматичної системи управління на базі контролеру. У разі переведення роботи ліфта у груповий режим управління, відбувається відпрацювання, ще одного блоку програми, виконання якого залежить від прийнятого режиму керування та алгоритму управління.

3.2. Моделювання системи

Побудову моделі системи управління будемо проводити використовуючи програмну платформу MATLAB Simulink, яка здатна математично моделювати необхідні системи, використовуючи бібліотеку блоків з яких сформуємо нашу модель. Одночасно з цим MATLAB Simulink надає доступ до використання блоків, що дозволяють з легкістю візуалізувати результати моделювання.

Вирішуючи завдання управління асинхронним двигуном його потрібно розглядати як модель ідеального управління. Користуючись теорією автоматичних систем управління, при вирішенні задач керування асинхронними двигунами змінного струму, користуються методом прив'язки осі координат до вектору потокозчеплення. Таким чином модель імітації асинхронного двигуна структурно наближається до моделі машини постійного струму, що створює можливість окремого керування станом магніту та моментом обертання на двигуні.

Наступний вираз описує умови за яких можлива така орієнтація:

$$\psi_{ry} = 0; \quad \frac{d\psi_{ry}}{dt} = 0; \quad \psi_{rx} = \psi_r.$$

Математичні вирази за допомогою яких описують асинхронний двигун зі зміненою системою координат, де вісь напрямлена вздовж

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вектора потокозчеплення.

$$\begin{cases} \frac{di_{sx}}{dt} = \frac{1}{l_e} (u_{sx} - r_e i_{sx} + k_r a_r \psi_r + l_e \omega_k i_{sy}) \\ \frac{di_{sy}}{dt} = \frac{1}{l_e} (u_{sy} - r_e i_{sy} - k_r \omega_r \psi_r - l_e \omega_k i_{sx}) \\ \frac{d\psi_r}{dt} = r_r k_r i_{sx} - a_r \psi_r \\ 0 = r_r k_r i_{sy} - \beta_k \psi_r \\ m = k_m \psi_r i_{sy} \\ \frac{d\omega_r}{dt} = \frac{1}{J} (m - m_{назр}) \end{cases}$$

В даній системі β_k описує собою зміщення координатних осей, що відповідає її кутовій швидкості. Ці значення обраховуються використовуючи наступні математичні вирази:

$$\beta_k = \frac{r_r k_r i_{sy}}{\psi_r},$$

$$\omega_k = \omega_r + \beta_k.$$

В наступній системі параметри x та y означають зміщення осі координат в новій системі координат де вісь x напрямлена вздовж вектора потокозчеплення ψ_r . Користуючись загальноприйнятими правилами по зміні схем прийнятими в теорії автоматичного управління, представимо вище надані рівняння у вигляді схеми. Зображена на рис. 3.2. моделі що імітує асинхронний двигун, у системі координат з орієнтацією, що напрямлена за напрямом вектора потокозчеплення ротора ψ_r .

Модель асинхронного двигуна, що зображена на рис. 3.2. легко використати для розрахунків у будь якому програмно середовищі призначеному для моделювання, що мають можливість моделювати за допомогою блоків. Виконаємо моделювання наведеної системи

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

асинхронного двигуна користуючись програмною платформою MATLAB Simulink.

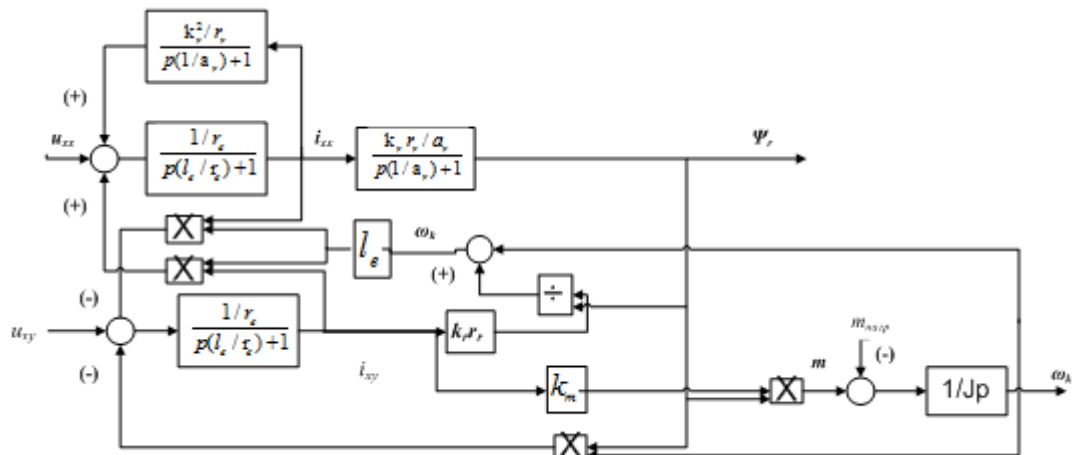


Рис. 3.2. Модель імітації асинхронного двигуна з віссю координат напрямленою вздовж вектору Ψ_r

Користуючись перетворенням Фортеск'ю представимо трифазну напругу у вигляді вектора $u_{s\alpha}$ та $u_{s\beta}$ подамо на вхід перетворювача координат. Користуючись формулам, що дозволяють перейти із звичайної системи координат до системи координат з обертанням, що наведені нижче:

$$\begin{aligned} u_{sx} &= u_{s\alpha} \cos \theta_k + u_{s\beta} \sin \theta_k, \\ u_{sy} &= -u_{s\alpha} \sin \theta_k + u_{s\beta} \cos \theta_k. \end{aligned}$$

Нижче $u_{s\alpha}$ та $u_{s\beta}$ це компоненти вектора що описує напругу на статорі.

u_{sx} та u_{sy} – компонент що описують вектор напруги в системі координат, що прив'язана до вектору обертання потокозчеплення;

θ_k – зміщення кута, що описує орієнтацію у просторі. θ_k нерозривно зв'язаний з швидкістю обертання ω_k користуючись наступним рівнянням:

$$\frac{d\theta_k}{dt} = \omega_k$$

Користуючись стандартними методами створення регуляторів, синтезуємо регулятор на основі модульного оптимуму. Наведемо нижче лише передавальні функції синтезованих регуляторів, та опишемо кожен контур регулювання.

Використовуючи пропорційно інтегральний тип регулятора налаштуємо контур струму.

Опис передавальної функції пропорційно інтегрального регулятора контуру струму:

$$W_{PT}(p) = k_{PT} \cdot \frac{T_{PT} \cdot p + 1}{T_{PT} \cdot p} = 6,341 \cdot \frac{16,37 \cdot 10^{-3} \cdot p + 1}{16,37 \cdot 10^{-3} \cdot p}$$

Обрахуємо необхідний коефіцієнт підсилення:

$$k_{PT} = \frac{T_3 \cdot R_3}{k_H \cdot k_T \cdot a_T \cdot (T_{\mu П} + T_{\mu 0})} = \frac{16,37 \cdot 10^{-3} \cdot 4,023}{18,3 \cdot 0,717 \cdot 2 \cdot (0,0625 \cdot 10^{-3} + 0,33 \cdot 10^{-3})} = 6,341$$

де

$$k_T = \frac{U_{ЭТМАХ}}{I_{ЛУМАКС}} = \frac{10}{13,95} = 0,717 \text{ В/А,}$$

Це коефіцієнт зворотного зв'язку.

$a_T = 2$ – розрахований коефіцієнт для оптимізації.

Розрахована постійна часу, для синтезованого регулятора:

$$T_{PT} = T_3 = 16,37 \cdot 10^{-3} \text{ с;}$$

Розрахований контур управління являється астатичною системою першого порядку.

Опис передавальної функції пропорційно інтегрального регулятора контуру поточозчеплення .

Для вирішення задачі оптимізації контуру поточозчеплення,

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виразимо контур потокозчеплення у вигляді усіченої передавальної функції першого порядку.

Нижче наведена передавальна функція пропорційно інтегрально регулятора контуру потокозчеплення.

$$W(p)_{P_v} = k_{P_v} \cdot \frac{T_{P_v} \cdot p + 1}{T_{P_v} \cdot p} = 101,48 \cdot \frac{0,445 \cdot p + 1}{0,445 \cdot p}.$$

Необхідні значення коефіцієнту підсилення та постійної часу обрахуємо наступним чином:

$$k_{P_v} = \frac{T_2 \cdot k_T}{L_m \cdot k_\psi} \cdot \frac{1}{a_\psi \cdot (T_T + T_{\psi 0})} = \frac{0,445 \cdot 0,717}{0,55 \cdot 2,55} \cdot \frac{1}{2 \cdot (0,79 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-3})} = 40,615$$

якщо

$$k_\psi = \frac{U_{3\psi \text{МАКС}}}{\psi_H} = \frac{10}{3,91} = 2,55 \text{ В / Вб};$$

$$U_{3\psi \text{МАКС}} = 10 \text{ В};$$

$a_\psi = 2$ – розрахований коефіцієнт для оптимізації.

Обраховані коефіцієнти дозволяють налаштувати контур на модульний оптимум. Де модульний оптимум другого порядку. Описаний контур виражається астатичною системою, де установлена похибка регулювання рівна нулю $DY_{уст} = 0$.

Описання передавальної функції пропорційно інтегрально регулятора контуру швидкості.

Для вирішення задачі оптимізації контуру швидкості, виразимо контур потокозчеплення у вигляді усіченої передавальної функції першого порядку..

Опис передавальної функції пропорційно інтегрального регулятора контуру швидкості:

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W(p)_{PC} = k_{PC} \cdot \frac{T_{PC} \cdot p + 1}{T_{PC} \cdot p} = 226,25 \cdot \frac{11 \cdot 10^{-3} \cdot p + 1}{11 \cdot 10^{-3} \cdot p}.$$

Необхідно обрахувати коефіцієнт підсилення та визначити постійну часу.

$$k_{PC} = \frac{J_Y \cdot k_T}{\psi_{2X} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{L_m}{L_2} \cdot z_p \cdot k_C} \cdot \frac{1}{a_c \cdot (T_T + T_{\mu c0})} = \frac{61,82 \cdot 0,717}{3,91 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{0,55}{0,589} \cdot 2 \cdot 1,6} \times$$

$$\times \frac{1}{2 \cdot (0,79 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-3})} = 226,25$$

Контур при реагуванні на кроковий керуючий вплив показує високу швидкість, та перегулювання в межах 37%.

Додамо пару фільтрів на вхід контуру для зменшення значення перегулювання до 7,2%.

Нелінійні системи регулювання.

Наступними кроками в моделюванні системи, буде врахування основних нелінійних властивостей в роботі системи.

При регулюванні швидкості в системах з нелінійною поведінкою є наступні обмеження:

Кутова швидкість руху двигуна повинна дорівнювати $\omega_{уст} = 6,25$ рад/с, яка дорівнює вертикальному переміщенню кабіни ліфта зі швидкістю $v_{уст} = 1$ м/с.

Максимальне значення зміни швидкості за секунду не повинно перевищувати 1,5 м/с.

Для виконання цих обмежень потрібне використання обмежувача інтенсивності..

Зображена на рисунку 3.3. модель в середовищі MATLAB Simulink, відображає модель обмежувача інтенсивності. На рисунку 3.4 зображені характеристики перехідних процесів, що були визначені при симуляції

ЗМОДЕЛЬОВАНИХ СИСТЕМ.

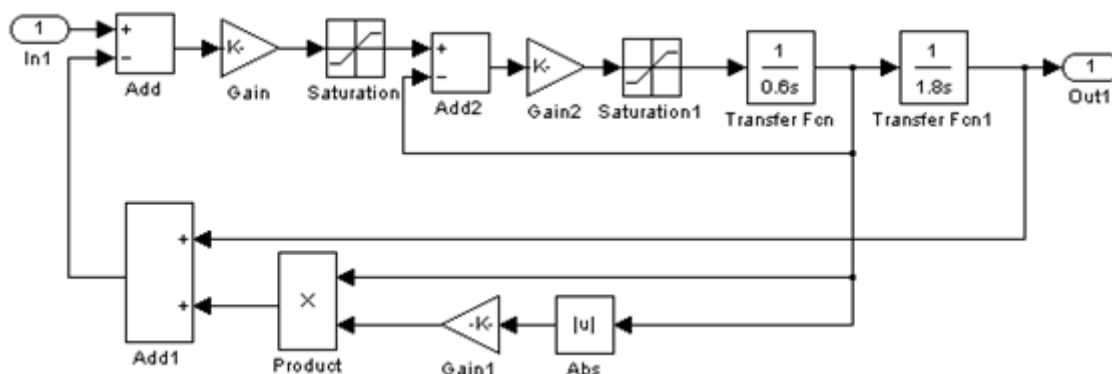


Рисунок 3.3. Модель обмежувача інтенсивності з використанням платформи MATLAB Simulink

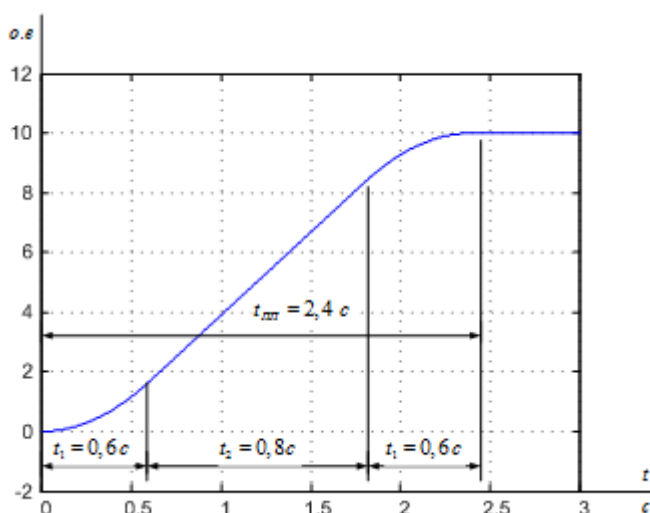


Рисунок 3.4. Характеристика перехідного процесу отримана при симуляції моделі обмежувача інтенсивності.

Для моделювання перехідних процесів оберемо як необхідний для набори максимальної швидкості рівним 2,3 с.

Характеристики перехідних процесів нижче описують поведінку систему в умовах нелінійності рисунку 3.5.

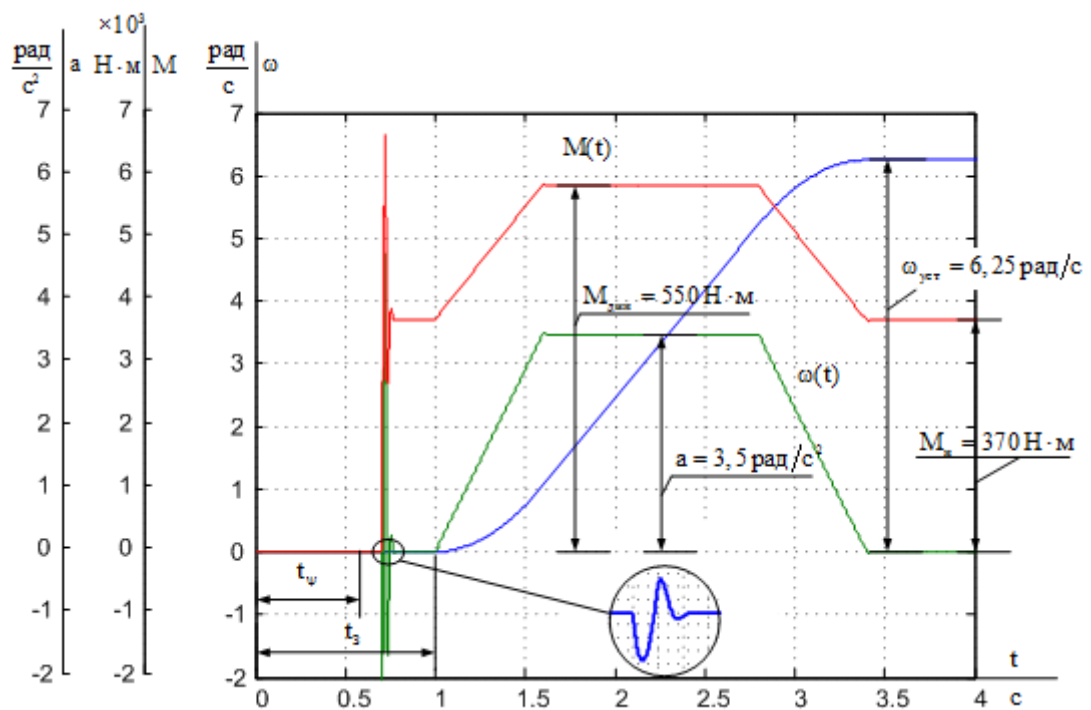


Рисунок 3.5. Характеристика перехідних процесів в умовах нелінійності.

Верхня межа прискорення $a_{\omega} = 3.5 \text{ м/с}^2$, при переведенні в лінійне дає результат рівний $a_v = 0.58 \text{ м/с}^2 < 1.5 \text{ м/с}^2$.

В системах автоматичного управління з пропорційними регуляторами, проявляється явище перерегулювання, яке являється небажаним для вирішення задачі управління положенням кабіною ліфта. За для покращення характеристик перехідних процесів, та задоволення умовам руху кабіни ліфта. Використовуючи найбільш просту схему регулятора з обмеженням моменту обертання, отримуємо параболічну криву.

Моделювання регулятора параболічного.

Задамо необхідні характеристики регулятора у вигляді параболічної лінійчатої функції:

$$\Delta\varphi_{\tau} = \frac{k_{\text{н}}}{2 \cdot k_{\text{с}}^2 \cdot \left[\frac{\left(\frac{d\omega}{dt} \right)_{\text{макс}}}{n} \right]} \cdot U_{\text{рп}}^2$$

Для обрахування місця де функція апроксимується лінійно $U_{\text{рп}} = f(\Delta\varphi)$ визначимо з наступного рівняння:

$$U_{\text{рп}} = K_{\text{рп}} \cdot \Delta\varphi,$$

де $K_{\text{рп}}=0,45$ обрахуємо необхідний коефіцієнт підсилення.

Дійшовши розв'язку наступної системи

$$\begin{cases} U_{\text{рп}} = K_{\text{рп}} \cdot \Delta\varphi_{\tau} \\ U_{\text{рп}} = \pm \sqrt{\frac{\Delta\varphi_{\tau}}{k_{\text{м}}} \cdot \frac{2 \cdot k_{\text{с}}^2}{n} \cdot \left(\frac{d\omega}{dt} \right)_{\text{макс}}} \end{cases}$$

При кількості ділянок рівним чотирьом, обрахуємо місце перегину, при якому характеристики починають повільно зростати

$$\begin{bmatrix} U_{\text{рп}} = 0,86\text{В} \\ \Delta\varphi_{\tau} = 15,3\text{град} \end{bmatrix}$$

Змоделюємо перехідні характеристики при необхідності переміщення кабіни ліфта на висоту п'ятого поверху. Вважатимемо відстань між поверхами рівною трьом метрам. Враховуючи ці данні завдання для автоматичної системи управління становитиме 15,000. Характеристики перехідного процесу можна побачити на рисунку 3.6.

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

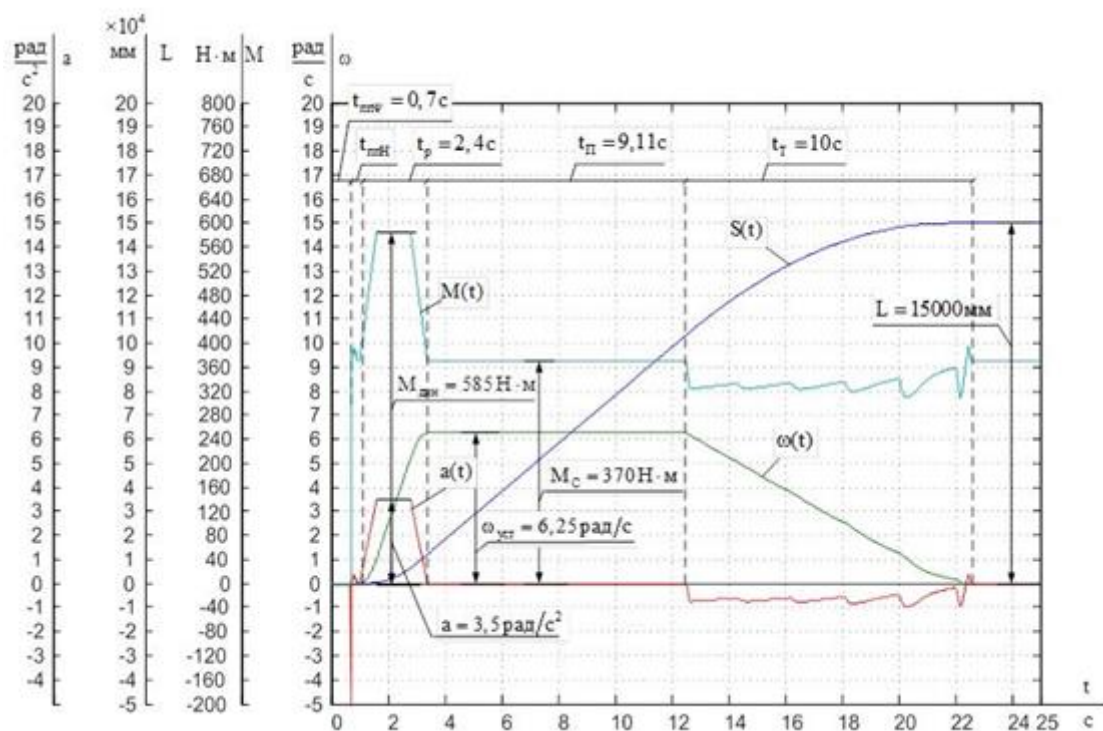


Рисунок 3.6. Характеристики перехідних процесів по переміщенню кабіни ліфта на завдання 15,000

Зменшення швидкості перехідного процесу гальмування спричинено включенням в роботу регулятора параболічного. Також має місце корекція інтегрального пересичення. Так як система астатична то, перехідна характеристика має нульову статичну помилку регулювання.

3.3. Створення моделі імітації блоку управління ліфтом на платформі LabVIEW

3.3.1. Огляд платформи LabVIEW, та її переваги при використанні для створення автоматичних систем управління.

Платформи для розробки сучасного програмного забезпечення надають широкі можливості для їх користувачів, вони відрізняються областю застосування та методами розробки. Деякі з цих програмних

платформ дозволяють створювати програмне забезпечення на високорівневих мовах програмування. Інші призначені для вирішення спеціальних задач. Платформи для розробки програмного забезпечення для вирішення задач автоматизації та управління об'єктів поділяють на такі категорії.

- програмні платформи створені, для проведення експериментальних досліджень, які можуть використовуватись і для програмування забезпечення під інші цілі, їх безпосередньо пов'язують з роботою з датчиками та об'єктами управління;

- пакети призначені для практичного створення засобів та систем автоматики та управління технічними процесами.

Програмна платформа LabVIEW створена для розробки та виконання програмного забезпечення, яке розробляють за допомогою мови графічного програмування «G» виробником цього програмного продукту являється National Instruments. В цій програмній платформі використовується мова графічного програмування, що дозволяє використовувати блок-схеми та діаграми для побудови програмного забезпечення.

Однією з переваг платформи розробки програмного забезпечення LabVIEW є те, що її вихідний код відкритий, що робить її безплатною, а також забезпечує високу надійність. До складу програмної платформи входять багато різних модулів, зокрема модулі комп'ютерного бачення, та підтримка бібліотек для матричних обчислень. Все програмне забезпечення що створюється за допомогою LabVIEW, легко сумісне з іншими модулями та бібліотеками, що розроблюють на звичайних мовах програмування. Та зворотна можливість використання програм написаних на графічній мові програмування, включає в себе можливість використання модулів до звичайних мов програмування.

Програмна платформа LabVIEW складається з:

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Підтримку та широку базу напрацьованих рішень;
- Сучасне середовище для розробки програмного забезпечення;
- Великий вибір готових модулів до підключення в тому числі бібліотеку модулів інших користувачів, широкий вибір підтримки апаратних засобів та модулів програмного забезпечення.
- Вмонтований транслятор графічної мови програмування.
- Велику спільноту, що має базу прикладів використання програмного забезпечення в різних галузях.

До основних переваг застосування платформи LabVIEW можна віднести:

- Дозволяє генерувати код програми під час виконання.
- Підтримує мову програмування що дозволяє, повністю охопити спектр вирішуваних завдань.
- Велику спільноту, що розробила безліч прикладів для застосування.
- Простий та зрозумілий цикл розробки.
- Підтримка сучасних операційних систем Windows 7/10 та Linux

Програмна платформа має в своїй бібліотеці драйвери для багатьох програмних засобів, та дозволяє використовувати власні драйвери для нового апаратного забезпечення.

Одночасно з цим програмна платформа робить значно швидшим цикл розробки програмного забезпечення навіть використовуючи, програмовані логічні інтегральні схеми, завдяки використанню простої мови програмування. Отримано програмна платформа LabVIEW дозволяє використання для побудови та моделювання сучасних систем автоматизації та управління, що може застосовуватись для дослідження та моделювання наукових та дослідницьких робіт, окремих вузлів та моделювання систем керування.

3.3.2. Розробка інтерфейсу блока управління.

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Програмна платформа LabVIEW, містить у своїй бібліотеці, модулі зв'язку різноманітних з різноманітними приладами, та дозволяє встановлювати власні драйвери. Використання платформи дозволяє можливість безпосереднього зв'язку з пристроями та обробляти сигнали що поступають від них та видавати керуючі сигнали. Реалізована модель роботи автоматичної системи управління ліфтом має містити в собі, операторську панель, що дозволяє виконувати керування системами ліфту та проводить індикацію основних параметрів. Модель також повинна мати інтерфейси зв'язку з потрібними апаратними засобами та програмними пристроями, використовуючи необхідні драйвери для апаратного забезпечення. Отже програмна реалізація створена на платформі LabVIEW повинна зчитувати та виконувати обробку інформації з датчиків, що розташовуються у автоматичній системі управління ліфтом, та використовуючи інтерфейс зв'язку виконувати керування кабіною ліфта та іншими виконавчими пристроями. Програмна реалізація моделі повинна зберігати записувати всі свої дії та стани аварій до журналу подій.



Рисунок 3.7. Функціональна схема моделі системи для середовища виконання

Використовуючи методи програмування надані програмною платформою LabVIEW розробимо екран робочого столу операторської панелі. Що надасть оператору можливість спостерігати за роботою

системи, та відзначати можливі несправності чи аварії, що відображають поточний статус автоматичної системи управління, дозволить зберігати та переглядати журнал повідомлень, та записи про аварійні та позаштатні ситуації. На рисунку 3.8. приведено відображення робочого столу оператора автоматичної системи управління ліфтом.



Рисунок 3.8. Вигляд робочого столу оператора автоматичної системи управління ліфтом.

Процес створення програмного забезпечення у середовищі LabVIEW відбувається паралельно, з однієї сторони розробляється блок-схема функціонування алгоритму прийняття рішень, з іншої розробляється робочий стіл для оператора автоматичної системи управління. Потім проходить стадія зв’язування панелі оператора та блок-схеми прийняття рішень. Робочий стіл оператора та його можливості описані вище. Після цього в циклі розробки програмного забезпечення йде крок перетворення алгоритмів функціонування системи автоматично управління у код програми, що зможе забезпечити необхідні функції. Та одночасно матиме

зв'язок з апаратними засобами автоматичної системи управління. Код програми на графічній мові програмування «G» представлений на рисунку 3.9.

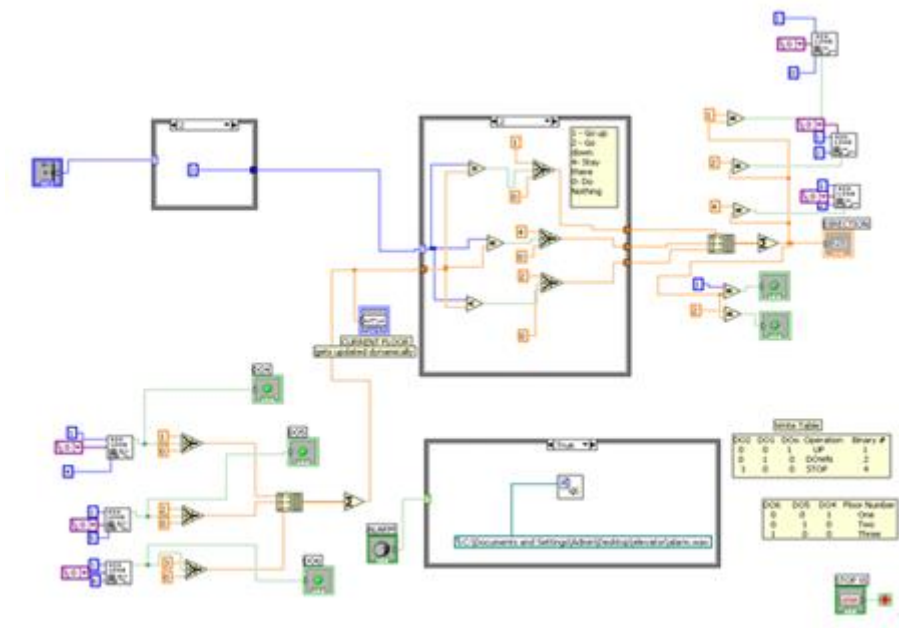


Рисунок 3.9. Код програми на графічній мові програмування «G»

Дане програмне забезпечення, що було розроблене за допомогою програмної платформи LabVIEW надає можливість виконання програми автоматичної системи управління з використанням апаратних засобів. Та провести моделювання системи управління. Отже дане програмне забезпечення має можливість бути впровадженим в системі автоматичного управління ліфтом.

ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломного проекту була розроблена автоматизована система управління ліфтом, за для підвищення енергетичної ефективності роботи системи, та збільшення коефіцієнту корисної дії, а також підвищення надійності та комфортності пересування ліфтом.

Проведений аналіз сучасних автоматизованих систем управління ліфтами. Та виявлено шляхи їх покращення з використанням сучасної елементної бази. Разом з тим запропонована реалізація системи управління, що використовує в собі сучасні контролери та засоби вимірювання.

Результатом виконання процесу дипломного проектування були розроблені алгоритми функціонування та загальна структура автоматизованої системи управління ліфтами, та функціонування системи апаратних та програмних засобів що здійснюють точне вимірювання положення кабіни в шахті ліфта.

На базі структурної схеми була розроблена функціональна схема автоматизації.

Результатами виконання роботи може стати впровадження автоматизованої системи управління ліфтом.

					ІА52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. ДСТУ 3552 – 97 Ліфти пасажирські та вантажні. Терміни та визначення. – Чинний з 01.07.1998. – К.: Держбуд України, 1997.
2. Схиртладзе, А.Г. Автоматизация технологических процессов: Учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, С.В. Бочкарев, А.Н. Лыков. - Ст. Оскол: ТНТ, 2013. - 524 с.
3. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982. – 392 с.
4. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учебник для вузов – М.: Академия, 2004. – 576 с.
5. Бесекерский В.А., Попов Е.В. Теория систем автоматического управления. Изд. 4-е, перераб. и доп. – СПб, Изд-во «Профессия», 2004. – 752с.
6. Дастин, Э. Тестирование программного обеспечения. Внедрение, управление и автоматизация / Э. Дастин, Д. Рэшка, Д. Пол; Пер. с англ. М. Павлов. - М.: Лори, 2013. - 567 с.
7. Ковач К.П., Рац И. Переходные процессы в машинах переменного тока/ Пер. с нем. М. Л.: Госэнергоиздат, 1963. 735 с.
8. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин. – М.: Высшая школа, 2001. – 274 с.
9. Удут Л.С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Часть 1. – Введение в технику регулирования линейных систем. Часть 2. – Оптимизация контура регулирования: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2000. –144.
10. Удут Л.С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Часть 6. – Механическая система электропривода постоянного тока: Учебное

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2004. –144с.

11. Чернышев А.Ю., Ланграф С.В., Чернышев И.А. Исследование систем скалярного частотного управления асинхронным двигателем: методические указания к выполнению лабораторных и практических работ по курсу "Электропривод переменного тока" для студентов специальности 180400. Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во ТПУ, 2002. – 23 с.

12. Энергосберегающий асинхронный электропривод: Учеб. пособие для студ.высш. учеб. заведений / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков; под ред. И.Я. Браславского.– М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256с.

13. Иванов, А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие / А.А. Иванов. - М.: Форум, 2012. - 224 с.

14. Ключев В.И. Теория электропривода: Учеб. для вузов. – 2-е изд.перераб.и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2001. – 704 с.

15. Зубарев, Ю.М. Автоматизация координатных измерений в машиностроении: Учебное пособие / Ю.М. Зубарев, С.В. Косаревский. - СПб.: Лань, 2016. - 160 с.

16. Антропов А.А., Гарганеев А.Г., Каракулов А.С., Ланграф С.В., Нечаев М.А. Опыт разработки преобразователя частоты для асинхронного электропривода общепромышленного применения//Электротехника. № 9. 2005. С.23-26

					IA52.020БАК.001 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		